Environnement Canada Environment Canada

DIVISION DE L' HYDRAULIQUE

RAPPORT ANNUEL

L'EXERCICE 1985-1986

Environment CANADA Environnement
2050869E VOL ISS 1985
CIR # 001

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE S
UR LES EAUX (CANADA). DIVISION DE L
OOFF

INSTITUT NATIONAL DE RECHERCHE SUR LES EAUX

BURLINGTON, ONTARIO

Canada

DIVISION DE L'HYDRAULIQUE

RAPPORT ANNUEL

L'EXERCICE 1985-1986

(This report is also available in English)

DIVISION DE L'HYDRAULIQUE
Institut national de recherche sur les eaux
Centre canadien des eaux intérieures
Case postale 5050
Burlington (Ontario)
L7R 4A6

Juin 1986

Rapport inédit

PRÉFACE

En 1985-1986 la Division a continué par son travail à répondre aux besoins de ses clients au ministère de l'Environnement ainsi que d'autres organismes et du secteur privé.

Des progrès importants ont été accomplis dans les domaines des recherches sur la glace, des modèles de cours d'eau et des recherches sur l'interaction avec l'air. Des contributions dignes de mention ont été apportées à l'étude de la pollution de la rivière Sainte-Claire tant du point de vue de la mécanique du cours d'eau que de celui du ruissellement urbain.

Le Dr Krishnappan doit être félicité puisqu'il se mérite pour la deuxième fois la médaille Keefer décernée par la Société canadienne de génie civil pour la meilleure étude publiée dans sa revue. L'étude pour laquelle le Dr Krishnappan s'est mérité cet honneur est celle comparant le rendement du modèle MOBED à celui du modèle HEC-6.

A la fin de l'année M. A. Zeman a organisé un intéressant et instructif Symposium sur les littoraux cohésifs. Les comptes rendus ont été préparés pour publication par le Dr Skafel et seront disponibles pendant le prochain exercice financier.

Le personnel des sections d'ingénierie et des services techniques a accompli de l'excellent travail lors de la conception et de l'installation d'équipement de collecte de données pour l'étude du lac Sainte-Claire.

Dans l'ensemble la Division a connu une année occupée et productive. Le personnel de la Division de l'hydraulique peut à juste titre être satisfait des résultats obtenus.

T. Milne Dick
Chef
Division de l'hydraulique

TABLE DES MATIERES

	Page
PREFACE	i
OBJECTIFS DE LA DIVISION.	1
SECTION DE L'HYDRAULIQUE ENVIRONNEMENTALE	2
Faits saillants.	2
Rapports d'études individuelles	3
SECTION DES PHENOMENES LITTORAUX	14
Faits saillants	14
Rapports d'études individuelles	15
SECTION DES SERVICES TECHNIQUES	26
SECTION DES SERVICES D'INGENIERIE	30
Faits saillants	30
Rapports d'études individuelles	31
SECTION DE LA FABRICATION ET DE LA CONCEPTION TECHNIQUE	37
SECTION DES SERVICES DE DESSIN	41
SECTION DES SERVICES DE BUREAU	42
ORGANIGRAMME	
FIGURES	
LISTE DES PUBLICATIONS	

OBJECTIFS DE LA DIVISION

La Division de l'hydraulique entreprend des recherches sur l'hydraulique des eaux intérieures et offre également des services à la Direction générale des eaux intérieures et à l'Institut national de recherche sur les eaux.

Voici son objectif en matière de recherches :

faire avancer, appliquer et communiquer les connaissances scientifiques et techniques sur tous les aspects des eaux intérieures pouvant servir aux planificateurs, aux ingénieurs et aux gestionnaires de ces ressources au Canada.

Voici les deux objectifs des services techniques offerts à d'autres organismes :

concevoir, mettre au point et promouvoir des méthodes efficaces et uniformisées de mesure et de prélèvement d'échantillons, y compris l'étalonnage, pouvant servir aux chercheurs, aux ingénieurs et aux technologues qui travaillent en laboratoires et sur le terrain;

offrir des services de dessin et de photographie efficaces au personnel scientifique et technique pour la préparation de ses présentations et publications.

SECTION DE L'HYDRAULIQUE ENVIRONNEMENTALE
FAITS SAILLANTS

Un grand nombre des études entreprises dans le domaine de l'ingénierie des cours d'eau en 1985-1986 ont été effectuées à la demande de groupes de travail de la Direction générale des eaux intérieures. Parmi celles-ci mentionnons l'étude de l'efficacité du plan proposé d'amélioration du transport de l'eau dans le chenal de la rivière Qu'Appelle en Saskatchewan, l'étude de la modification de la résistance à l'écoulement dans la rivière Pitt (Colombie-Britannique) entre les périodes de flot et de jusant, l'étude des répercussions possibles de la mise en exploitation proposée d'une mine de charbon dans le bassin de la rivière Flathead en Colombie-Britannique et l'étude de solutions de remplacement pour la mesure du débit de la rivière Milk à la frontière Alberta-Montana. Les recherches sur le plan proposé pour la rivière Qu'Appelle ont indiqué que ses effets disparaitraient dans sept ans environ et que des inondations se produiraient de nouveau de sorte qu'on devrait étudier d'autres plans. On a également étudié les effets d'échelle et la résistance à l'écoulement en rapport avec les problèmes de transport de sédiments ainsi que l'extension du modèle MOBED afin qu'il englobe le classement des sédiments. Le Dr Krishnappan s'est mérité la médaille Keefer pour son étude comparant le modèle MOBED au modèle HEC-6 qui a été jugée la meilleure étude présentée dans la Revue canadienne de génie civil en 1985.

Des recherches sur les contaminants toxiques dans les eaux de ruissellement en milieu urbain drainées par les cours d'eau reliant les Grands Lacs d'amont ont été entreprises par l'implantation de stations sur le terrain à Windsor et à Sarnia. Les données recueillies seront exploitées pour produire des charges mensuelles de substances toxiques déversées avec les eaux de ruissellement.

En réponse à la découverte de mares toxiques au fond de la rivière Sainte-Claire, on a effectué des relevés additionnels qui ont

indiqué que les charges de provenance municipale de ces substances n'étaient que mineures. On a également effectué en laboratoire des expériences afin d'étudier le comportement du perchloro-éthylène dans les eaux courantes ainsi que pour mesurer son taux de dissolution. Les résultats de ces recherches se sont avérés utiles pour ceux qui traitent avec la Dow Chemical concernant l'opération de nettoyage.

Les observations d'embâcles se sont poursuivies sur la rivière Thames et on a mesuré pour la première fois de manière détaillée l'épaisseur d'un embâcle. Ces renseignements sont précieux pour la mise à l'épreuve des théories et des modèles. Les travaux théoriques sur les embâcles ont également progressé par l'amélioration d'un modèle mathématique afin qu'il puisse tenir compte des embâcles dans des chenaux non rectangulaires. Les expériences en laboratoire sur le phénomène des embâcles ont été retardées en raison du congé de formation accordé à J. Wong.

Le personnel s'est également prêté au transfert de technologie en assurant la présidence du Groupe de travail sur les modèles de cours d'eau de la Société canadienne de génie civil et du Groupe de travail sur les embâcles du Conseil national de recherches. Ces groupes travaillent actuellement à la préparation de monographies. J. Marsalek a dirigé un atelier de travail de l'OTAN sur la pollution par le ruissellement en milieu urbain en plus de rédiger plusieurs chapitres de deux manuels de l'UNESCO sur la conception des réseaux de drainage en milieu urbain.

RAPPORTS D'ÉTUDES INDIVIDUELLES

Prévision du classement des sédiments au moyen du MOBED : Manuel d'utilisation, version II

Le modèle MOBED a été modifié de façon à inclure un algorithme de classement des sédiments. Cet algorithme permet de prévoir la granulométrie des sédiments du lit en fonction du temps et de la

distance dans un cours d'eau, en plus de prévoir les variations habituelles du niveau de l'eau et de la position des lits, comme d'autres caractéristiques hydrauliques et de transport des sédiments. Les détails de l'algorithme et les modifications résultantes dans le code des sources et la disposition des intrants sont décrits dans une mise à jour du manuel (Krishnappan).

Application du MOBED à la rivière Qu'Appelle entre Craven et le lac Pasqua

Le modèle MOBED a été appliqué à la rivière Qu'Appelle entre Craven et le lac Pasqua pour tester l'efficacité du plan que propose la Saskatchewan Water Corporation afin d'améliorer le transport de l'eau dans le chenal. D'après le plan, plusieurs méandres seraient coupés et il faudrait draguer le chenal dans plusieurs biefs de la rivière; le coût des travaux est évalué à 4,5 millions $. Le modèle prédit (voir fig. 1) d'importants changements du niveau du lit dont une dégradation dans les biefs en amont et une aggradation dans les biefs en aval, près du lac (Krishnappan).

Effets à l'échelle dans les modèles physiques de transport des sédiments par des courants unidirectionnels

Une série d'expériences a été faite dans le canal de 2 m pour mesurer les effets à l'échelle dans les modèles physiques de transport des sédiments dans les cours d'eau. Un article décrivant le protocole d'expériences et rapportant les résultats a été soumis pour présentation lors du Symposium de l'AIRH sur les effets de la reproduction à l'échelle dans la modélisation des phénomènes de transport des sédiments; le Symposium sera tenu à Toronto en 1986 (Krishnappan, Engel).

Inversion de l'écoulement sur des profils avec dunes

La Direction des ressources en eau effectue une modélisation mathématique des variations du niveau et du débit du bas Fraser en Colombie-Britannique. On a découvert que pour la rivière Pitt, un tributaire du Fraser, il faut utiliser différentes valeurs du coefficient de rugosité de Manning pendant le flot et le jusant. Cette variation de la rugosité du fond peut être causée par l'interaction de l'inversion de l'écoulement et des profils avec dunes sous-marines. Des expériences ont été effectuées dans le canal de 1 m avec des dunes artificielles afin d'étudier ce phénomène. On complète actuellement la rédaction d'un rapport (Lau).

Etude de la rivière Sainte-Claire

En réponse au problème des mares goudronneuses découvertes au fond de la rivière Sainte-Claire, on a effectué en laboratoire des essais visant à étudier le comportement physique du perchloro-éthylène dans les eaux courantes. L'on a découvert un mécanisme par lequel ces mares peuvent être couvertes et découvertes par des ondes de sable en migration. On a également mesuré le taux auquel cette substance peut être dissoute. On a effectué une modélisation de certaines répartitions de contaminants mesurées à Port Lambton par la Direction de la qualité des eaux.

Puisque le transport de contaminants par les sédiments peut être important on a élaboré un plan afin de mesurer la charge de fond et la charge en suspension en un certain nombre de transects dans la rivière Sainte-Claire (Lau).

Comité technique de la qualité et de la quantité de l'eau : Commission d'étude internationale de la rivière Flathead

D'après les directives de la Commission mixte internationale (CMI), la Commission d'étude internationale de la rivière Flathead évalue les répercussions possibles de la mise en exploitation proposée de la mine de charbon près des ruisseaux Cabin et Howell en Colombie-Britannique. La Commission d 'étude a créé à cette fin un certain nombre de comités techniques. Le Dr B.G. Krishnappan a été choisi comme membre du Comité technique de la qualité et de la quantité de l'eau. Il a participé à la préparation d'un rapport sur les données de référence ainsi que la prévision du transport des sédiments dans le réseau de la rivière Flathead (Krishnappan).

Groupe de travail de la SCGC sur les modèles d'écoulement en rivière

À la demande du Comité de recherche de la Division hydrotechnique de la Société canadienne de génie civil, un groupe de travail a été créé; la présidence en a été confiée à B.G. Krishnappan; ce groupe devra évaluer les modèles existants d'écoulement en rivière (du domaine public). Au total dix modèles de l'écoulement permanent et non permanent dans des chenaux aux limites mobiles et fixes seront évalués par l'application d'ensembles de données identiques. Les codes d'ordinateur de ces modèles sont maintenant disponibles au système informatique du Centre canadien des eaux intérieures (Krishnappan).

Vitesse de migration des dunes

Par des expériences dans le canal de 2 m, les chercheurs étudient différentes méthodes pour calculer la vitesse de déplacement des dunes à partir des profils des lits ainsi que leur géométrie. Les vitesses sont utiles pour le calcul du charriage dans les grands cours d'eau

tandis que les hauteurs et longueurs associées aux configurations du lit donnent de l'information sur la résistance à l'écoulement et sur les variations du niveau du lit dans les chenaux de navigation. La figure 2 montre un lit avec dunes typiques dans un grand canal pour études sédimentaires (Engel).

Efficacité hydraulique des échantillonneurs de charriage

L'étude de l'efficacité hydraulique permet d'estimer avec une meilleure précision le transport local des sédiments. Des essais dans le canal de 1 m ont permis de mesurer l'efficacité de l'échantillonneur à panier (Engel).

Mise au point de rotors pour moulinets

Un rotor en plastique a été modifié de façon à améliorer son rendement. Les essais préliminaires ont indiqué qu'une réduction de la vitesse-seuil, de 4 à 2 cm/s, est possible; cela constitue un progrès important pour la mesure des faibles débits. On effectue des essais additionnels afin d'examiner la réponse angulaire du rotor proposé. Les résultats finals seront utilisés par la Division des relevés hydrologiques du Canada pour la fabrication d'un moule en vue de la fabrication en série du rotor (Engel).

Évaluation des systèmes limnimétriques

Le rendement des capteurs de type à flotteur et à purge, des transducteurs de pression et des dispositifs satellitaires est évalué systématiquement en laboratoire. Les résultats seront transmis à la Division des relevés hydrologiques du Canada qui en fera des valeurs de référence servant à la modernisation de l'instrumentation limnimétrique (Engel).

Solutions de remplacement pour la mesure des écoulements

Il est nécessaire d'explorer des solutions de remplacement des actuelles méthodes de mesure de l'écoulement qui pourraient être appliquées aux cours d'eau à lit mobile. L'un des choix possibles est le courantomètre électromagnétique. On a effectué des essais afin d'examiner le comportement de ce type d'instrument lorsque des sédiments se déposent dans la coupe transversale de mesure. Les essais ont montré que l'étalonnage original n'était pas sensiblement influencé par les modifications de la coupe transversale (Engel).

Courbes hauteur-débit pour déversoir composé

À partir de considérations théoriques et d'un modèle hydraulique on a obtenu des courbes d'étalonnage dans des conditions d'écoulement dénoyé et d'écoulement noyé. Les équations théoriques concordaient bien avec les données fournies par le modèle. Ces travaux ont été effectués à la demande d'Énergie atomique du Canada Ltée (Engel).

Modélisation du transport des eaux de ruissellement dans les réseaux de drainage

Le fonctionnement des raccordements de canaux et leur rôle dans le transport des eaux de ruissellement par les réseaux de drainage sont mal compris. Pour remédier à cette situation une étude conjointe des raccordements de canaux a été effectuée par l'Institut et l'American Public Works Association. L'étude traitait des pertes de charge à trois types de raccordements : trous d'homme avec coudes à 90°, raccordements d'un égout secondaire à un collecteur principal et raccordements de deux égouts secondaires opposés. On a évalué les pertes de charge pour des dispositions typiques de ces ouvrages et on a mis au point de nouveaux modèles réduisant de moitié ou plus les pertes typiques. L'étude a été complétée et le rapport final est

maintenant disponible. Les résultats de l'étude ont été complétés par des données tirées de la documentation et utilisées pour préparer une section sur les raccordements hydrauliques dans un manuel d'ingénierie en préparation (Marsalek).

Atelier de l'OTAN sur la pollution par le ruissellement en milieu urbain

Cet atelier, subventionné par l'OTAN, a été tenu à Montpellier en France du 26 au 30 août 1985. J. Marsalek a agi comme directeur du programme. L'atelier a consisté en un forum où se sont réunis sur invitation une quarantaine de spécialistes venus de 14 pays. L'atelier a produit des revues à la fine pointe de l'actualité et ouvert des voies à la recherche dans différents domaines, notamment les sources de pollution de l'eau de ruissellement en milieu urbain, les substances toxiques dans l'eau de ruissellement en milieu urbain, la modélisation de la qualité du ruissellement et la répercussion sur les plans d'eau récepteurs, ainsi que le contrôle et la gestion de la qualité de l'eau de ruissellement. La version définitive des minutes de l'atelier sera publiée en 1986 (Marsalek).

Polluants dans les eaux de ruissellement en milieu urbain

De nouvelles études sur les sources et le transport de la pollution ont été entreprises dans deux bassins versants expérimentaux de Burlington. Les études ont porté sur les problèmes liés aux polluants ordinaires et aux polluants toxiques.

Une évaluation de la contribution de l'eau de pluie à la qualité des eaux de ruissellement en milieu urbain a été effectuée avec les données provenant de la station de Blair Road. Elle a montré qu'une partie importante de certains polluants provenait de l'eau de pluie et non du sol. La figure 3 présente certaines données recueillies sur le terrain indiquant les charges en polluants dans l'eau de pluie et dans l'eau de ruissellement (Marsalek).

Appui des activités de l'UNESCO en vertu du programme hydrologique international (PHI)

À l'appui des activités de l'UNESCO dans le cadre du PHI, on a rédigé la version définitive de quatre chapitres de deux manuels de l'UNESCO sur la conception des réseaux de drainage en milieu urbain; les données à l'appui ont été recueillies et l'ensemble a été soumis à l'UNESCO. Ces chapitres portent sur les paramètres de conception des réseaux de drainage en milieu urbain, sur l'hydraulique du drainage, sur la cueillette de données hydrologiques en milieu urbain et sur l'organisation de programmes de cueillette des donnees. A leur parution en 1986, les manuels de l'UNESCO serviront de source de référence complète qui fera autorité pour la conception de réseaux de drainage en milieu urbain en particulier dans les pays en voie de développement (Marsalek).

Contaminants toxiques dans les eaux de ruissellement en milieu urbain drainées par les cours d'eau reliant les Grands Lacs d'amont

On a entrepris l'évaluation des charges de contaminants toxiques dans les eaux de ruissellement urbain drainées par les cours d'eau reliant les Grands Lacs d'amont. À cette fin des stations de surveillance des substances toxiques dans l'eau de ruissellement ont été établies à Windsor et à Sarnia et d'autres seront implantées à Sault-Sainte-Marie. Des échantillons d'eau de ruissellement ont été prélevés dans les égouts pluviaux ainsi qu'aux exutoires d'égouts. Quatre groupes de substances toxiques persistantes sont recherchés dans ces échantillons : les BPC, les pesticides organochlorés, les hydrocarbures polyaromatiques, et les substances inorganiques toxiques. Les données recueillies sur le terrain seront exploitées en même temps que des simulations par ordinateur pour produire des charges mensuelles de substances toxiques déversées avec les eaux de ruissellement. Ces charges constitueront ensuite l'un des intrants

des inventaires de produits toxiques dans les cours d'eau reliant les Grands Lacs d'amont.

Des travaux additionnels ont été effectués à l'appui de l'étude par le ministère de la pollution de la rivière Sainte-Claire à Sarnia. Suite à un relevé sur le terrain on a estimé les charges annuelles de substances organiques à l'état de traces provenant de sources municipales et utilisé ces estimations pour une évaluation comparative des diverses sources. Les charges municipales de ces substances découvertes dans les mares goudronneuses dans la rivière Sainte-Claire n'étaient que mineures (Marsalek).

Bassin de la rivière Waterford

Les effets de l'urbanisation sur les ressources en eau dans le bassin de la rivière Waterford (Terre-Neuve) sont étudiés depuis plusieurs années par plusieurs organismes fédéraux et provinciaux qui travaillent en concertation. Suite à la collecte des données sur le terrain, on a entrepris la modélisation de l'écoulement dans l'ensemble du bassin avec le modèle de simulation appelé Hydrologic Simulation Program - Fortran (HSPF). Le modèle a été préparé pour le bassin et l'étalonnage est déjà commencé. Les simulations seront utilisées pour étudier les effets de divers scénarios de développement du bassin sur les écoulements dans la rivière Waterford (Marsalek).

Etudes sur le terrain des embâcles et des crues

Il s'agit d'un programme à long terme d'observations sur le terrain entrepris en 1979. L'accent est mis sur la collecte des données quantitatives nécessaires pour l'étude déterministe et statistique de la débâcle et de la formation d'embâcles sur les cours d'eau. Les observations sont effectuées sur les rivières Thames et Grand. Cette année un dégel en janvier a entraîné, sur la rivière Thames près de Chatham, la formation d'un embâcle qui a plus tard gelé

sur place; cela a permis d'atteindre l'embâcle en toute sécurité et d'en mesurer la configuration (fig. 4). C'était la première fois que l'épaisseur d'un embâcle était mesurée de manière détaillée et les données permettront une mise à l'épreuve complète des concepts théoriques pertinents (Beltaos).

Etudes en laboratoire des embâcles

Pour étudier l'interaction entre les embâcles et les couvertures glacielles intactes, un processus qui détermine la formation, la stabilité et la rupture des embâcles, il est nécessaire de simuler la couverture au moyen d'un matériau qui aurait à la bonne échelle des propriétés convenables quant à la résistance. Cette année les travaux de mise au point d'un tel matériau se sont poursuivis et on a obtenu des résistances à la flexion aussi faibles que 15 kPa. Les essais préliminaires en canaux ont indiqué un rendement satisfaisant (Beltaos).

Analyse théorique des embâcles

Un des aspects importants des embâcles est leur configuration près du pied (extrémité aval) parce qu'elle influence leur stabilité et par conséquent le niveau maximum de l'eau. Un modèle mathématique a été mis au point pour prédire les caractéristiques de la transition en aval des embâcles à l'équilibre dans les chenaux rectangulaires. Cette année le modèle a été modifié de manière à pouvoir traiter des chenaux prismatiques de coupe transversale non rectangulaire (fig. 5); cela constitue une autre étape vers la simulation complète de la géométrie naturelle des cours d'eau (Beltaos).

Conseils à la Direction générale des eaux intérieures, région de l'Atlantique

Des conseils sur les aspects reliés à la glace du Programme Canada-Terre-Neuve de réduction des dommages causés par les inondations ont été fournis dans le cadre de l'étude hydrotechnique de la rivière Rushoon à Rushoon (Beltaos).

Groupe de travail sur les embâcles

Le Conseil national de recherches du Canada a mis sur pied un groupe de travail sur les embâcles dont le président est le Dr S. Beltaos. Les travaux initiaux du groupe sont complétés et on rédige actuellement une monographie sur les embâcles.

Frasil

Une bonne partie de 1985 a été consacrée au traitement des données recueillies dans les rapides de Lachine, principalement à la correction des données et à leur introduction dans des banques informatisées. Les mesures sur le terrain ont indiqué que l'eau du fleuve peut être en surfusion pendant une durée prolongée. La glace de fond peut s'accumuler jusqu'à une épaisseur de 2 m. Les mesures du frasil ont montré qu'il arrive en vagues et que la concentration en un point est très variable. Toutefois la courbe de répartition moyenne du frasil en fonction de la profondeur est bien définie. La figure 6 présente la répartition du frasil en fonction de la profondeur en un des points de mesure. D'après cette figure on constate que la plus grande partie du frasil se concentre dans les premiers 0,5 m de l'écoulement. L'instrument de mesure du frasil mis au point plus tôt a été utilisé et on a constaté qu'il fonctionnait de façon satisfaisante. La concentration la plus élevée a été mesurée avant que la gadoue de frasil n'atteigne l'état de glace en crêpes et s'établissait à moins de 20 pour cent (Tsang).

SECTION DES PHÉNOMÈNES LITTORAUX
FAITS SAILLANTS

Cette année la section a travaillé à un mélange intéressant et utile d'activités s'échelonnant des problèmes posés par des clients aux études des phénomènes fondamentaux. Parmi les travaux effectués sur demande spéciale mentionnons la préparation d'un manuel sur la prévision des vagues, des relevés de sédiments dans le fleuve Saint-Laurent à l'appui des travaux de la Direction générale des eaux intérieures (DGEI), région de Québec, des relevés des sédiments dans la rivière Sainte-Claire à l'appui de l'étude des mares goudronneuses, l'organisation d'un Symposium sur les littoraux cohésifs et la participation à des journées d'accueil. Des études fondamentales ont été effectuées sur le soulèvement des vagues de surface par le vent, le brassage par turbulence sous les moutons et l'érosion sous l'eau du till.

On a préparé des bilans sédimentaires pour le rivage et la zone littorale de la section centrale de la rive nord du lac Erié. Des matériaux arrachés aux falaises, le sable a tendance à s'accumuler sur la pointe Long tandis que les argiles et limons se perdent dans les bassins profonds. L'érosion sous l'eau des tills est d'une importance directe pour l'érosion littorale. Les résultats préliminaires indiquent que les contraintes de cisaillement au fond engendrées par les vagues et le facteur d'érosion du till sont les variables dominantes déterminant l'érosion.

La disposition et les caractéristiques des sédiments des zones littorales des Grands Lacs continuent de présenter un intérêt pour un grand nombre de clients. On a traité plusieurs demandes de renseignements. De plus on a entrepris des travaux de compilation de renseignements pour le lac Sainte-Claire et des travaux ont été également complétés pour la rivière Sainte-Claire. À l'appui des travaux de la DGEI, région de Québec, on a effectué un relevé de sédiments

dans le lac Saint-Louis. On a préparé une liste des sites d'élimination de déchets dans la zone du rivage des Grands Lacs d'aval. Les emplacements ont été examinés afin de déterminer les risques possibles de dégagement de contaminants dans les lacs adjacents par le recul du rivage.

On a effectué les études initiales sur le terrain afin de mieux comprendre le brassage par turbulence sous les moutons. L'analyse des données sera centrée sur l'obtention de statistiques sur la vitesse importantes pour la conception des ouvrages, sur les paramètres du brassage importants pour la dispersion des polluants et sur la perte d'énergie par le champ de vagues. Des mesures de la dissipation des vagues dans les eaux peu profondes du lac Sainte-Claire sont utilisées pour faire progresser les modèles de prévision des vagues en eaux peu profondes.

Un grand nombre de ports doivent faire l'objet de modifications afin d'y réduire l'agitation par les vagues. Dans certains cas une méthode convenable consiste à placer des enrochements le long des chenaux d'entrée. On a entrepris des études afin d'établir des paramètres de conception déterminant les caractéristiques des enrochements nécessaires en fonction des critères d'agitation à respecter. Les pipelines sur le fond marin sont soumis à diverses forces. On a entrepris l'examen des forces exercées par les vagues sur les pipelines submergés en insistant particulièrement sur des situations typiques en mer de Beaufort. On a abondamment utilisé des transducteurs de pression pour mesurer les vagues. Les problèmes que soulève cette méthode ont été examinés dans un rapport.

RAPPORTS D'ÉTUDES INDIVIDUELLES

Sites d'élimination des ordures en zones côtières

Une évaluation des risques possibles de ces emplacements près des Grands Lacs d'aval a été faite en fonction des paramètres suivants :

proximité du rivage, vitesse locale de recul, hydrogéologie souterraine, et (dans une moindre mesure) nature des déchets déversés à ces emplacements. Les données de l'étude ont été fournies par le ministère ontarien de l'Environnement (Direction générale de la gestion des déchets). La préparation des données pour publication n'est pas encore complétée, mais les résultats indiquent clairement que le lac Ontario est celui pour lequel de tels emplacements d'élimination des déchets posent les plus grands risques éventuels (fig. 7). Pour le lac Ontario, à l'exclusion de la région de la rivière Niagara, on compte plus de 145 emplacements d'élimination des déchets à moins de 5 km de la ligne de rivage et cette situation est aggravée par l'incidence élevée de sols sablonneux perméables dans cette zone (Coakley).

Transport des sédiments et des polluants, secteur riverain de Toronto

Le transport de sédiments de granulométrie fine contaminés à partir de différentes sources ponctuelles dans la région de Toronto comporte certains risques pour la santé aux plages locales pour la baignade et aux prises d'eau. Des études (effectuées en collaboration avec la Division des contaminants de l'environnement de l'INRE et le ministère ontarien de l'Environnement) sont en cours et visent à déterminer les configurations des directions et les taux du transport des sédiments de granulométrie fine dans ce secteur. On analyse les répartitions granulométriques et les principaux éléments à l'état de traces dans des échantillons du fond. Ces analyses visent à caractériser les sédiments et à en identifier des propriétés naturelles pouvant être utiles pour en suivre les déplacements. Les traceurs éventuels actuellement étudiés sont divers éléments de faible solubilité présents à l'état de traces qui sont étroitement associés aux bassins versants très industrialisés, les particules de sédiments produites par l'activité humaine ainsi que des configurations granulométriques de sédiments du fond (Coakley).

Données sur les sédiments littoraux des Grands Lacs

Des données en mémoire sur les littoraux ont été fournies au Service de protection de l'environnement à Toronto (emplacements de déblais de dragage, Sarnia et Owen Sound; étude sur les BPC, Wheatley), à la Huntec de Toronto (essais d'équipement géophysique, région de Toronto), à la ville de Port Colborne (planification locale) et au US Geological survey (compilation de cartes). Des données sur le littoral du lac Ontario ont été utilisées avec des données sur le bassin du lac pour la sélection de stations en vue de la réalisation du programme de surveillance du lac Ontario par la Commission mixte internationale (CMI). Une description de la base de données sur le littoral a été demandée par la Direction des ressources en eau pour le Comité d'étude du programme de surveillance des sédiments de l'Ontario. La structure et le contenu de la base de données ont été présentés graphiquement à la conférence sur les Grands Lacs qui a eu lieu à Milwaukee et à la Conférence canadienne sur les littoraux tenue à St. John's (Rukavina).

Levé de la rivière Sainte-Claire

On a effectué à la mi-novembre des levés hydrographiques du cours supérieur de la rivière Sainte-Claire et de l'emplacement des mares goudronneuses; la granulométrie a fait l'objet d'une analyse à partir de données existantes sur des carottes. A titre de contribution au rapport de l'INRE sur la rivière Sainte-Claire on a préparé une description de la morphologie du cours d'eau et des propriétés des sédiments (Rukavina).

Sédiments au fond du lac Sainte-Claire (UGLCCS)

On a entrepris la compilation des données sur les sédiments au fond du lac Sainte-Claire. Un essai d'équipement de sondage par écho

a été effectué dans le lac Sainte-Claire afin de déterminer la faisabilité de l'utilisation de sondages pour la mesure de l'épaisseur des vases molles contaminées de surface (Rukavina).

Dissipation des vagues en eau peu profonde

En réponse aux besoins de meilleures prévisions numériques des vagues dans les lacs peu prodonds et les zones littorales, l'Institut national de recherche sur les eaux, le Service de l'environnement atmosphérique et le Great Lakes Environmental Research Laboratory (NOAA) ont installé dans le lac Sainte-Claire (fig. 8) un réseau de six tours pour la mesure de la croissance des vagues en fonction du fetch ainsi que pour estimer la dissipation attribuable au frottement sur le fond. Les tours ont été en place de la mi-septembre au début de décembre 1985 et ont fourni un ensemble de données impressionnant. Des programmes d'ordinateur ont été préparés pour l'analyse des enregistrements de vagues qui est actuellement effectuée par l'INRE, le GLERL et le SEA. Le GLERL et le SEA disposent tous deux de modèles opérationnels des vagues (bassés sur le modèle de recherche de l'INRE) pour les Grands Lacs et s'attendent à ce que l'interprétation de cette expérience au lac Sainte-Claire soit utile pour l'amélioration de ces modèles, en particulier dans le cas des lacs Érié et Sainte-Claire ainsi que pour les zones littorales des autres lacs.

De plus, l'une des tours portait des transmissomètres permettant de détecter les cas de remise en suspension de sédiments qui pouvaient ainsi être mis en corrélation avec les épisodes d'agitation par les vagues. Des essais préliminaires ont également été menés dans un canal de laboratoire avec de la vase provenant du lac Sainte-Claire pour tenter de comprendre l'interaction sédiments-vagues (Donelan et Skafel).

Relevés de sédiments sur le fond du fleuve Saint-Laurent

Un relevé sédimentologique et bathymétrique du lac Saint-Louis, dans le fleuve Saint-Laurent, a été fait à la demande de la Direction générale des eaux intérieures, région du Québec, qui étudie la pollution du Saint-Laurent. Les travaux sur le terrain ont été menés en collaboration avec la DGEI, région du Québec, et le Service hydrographique du Canada. Un rapport final est en préparation. La planification d'un relevé analogue du lac Saint-Pierre en 1986 est déjà bien engagée (Rukavina).

Mesures des vagues par transducteurs de pression

Des expériences en laboratoire pour vérifier l'exactitude de la théorie des vagues linéraires afin de prévoir la hauteur des vagues à partir des pressions sous la surface ont été complétées. L'analyse des données est en cours (Bishop, Donelan).

Vitesse minimum du vent pour la génération des vagues

On a utilisé le canal de 8 m en chambre froide pour étudier l'effet de la viscosité de l'eau sur la formation et la croissance de vaguelettes par vents très légers. Un goniomètre à laser très sensible permettait de détecter des vagues d'une hauteur de quelques microns soulevées par des vents de 0,7 m/s, mais ces vagues n'étaient perceptibles à l'oeil nu que lorsque la vitesse du vent était portée à environ 3 m/s. On a constaté que la vitesse "critique" du vent, vitesse à laquelle des perturbations de surface apparentées aux vagues étaient facilement perceptibles, dépendait de la température de l'eau (fig. 9) et de son influence sur la viscosité, et par conséquent du taux de dissipation des vaguelettes en formation. La viscosité varie par un facteur de deux environ pour les surfaces océaniques ou lacustres naturelles aux températures extrêmes, ce qui fait que ces

résultats obtenus en laboratoire sont importants pour la télédétection des vents soufflant sur l'océan par l'entremise de la détection par micro-ondes des courtes vagues de vent (Kahma et Donelan).

Brassage par turbulence sous des vagues soulevées par le vent

Une expérience sur le terrain a été préparée pour la mesure de certains aspects de l'interaction entre les vagues soulevées par le vent et la turbulence dans la couche superficielle mue par le vent. Cette expérience, en trois étapes et d'une durée de trois ans, est menée par des chercheurs de l'INRE et du Woods Hole Oceanographic Institution depuis la tour de l'Institut au large dans le lac Ontario (Donelan, Skafel et Kahma).

Erosion du fond dans la zone littorale de lacs et de réservoirs

Les taux d'érosion littorale et les limites éventuelles du recul des lignes de rivage des lacs naturels et créés par l'homme sont étroitement liés aux taux d'érosion du fond dans la zone littorale. L'action des contraintes de cisaillement engendrées par le passage d'un champ de vagues est un des mécanismes importants de l'érosion du fond. Une station a été établie dans la région de Stoney Creek en bordure du lac Ontario pour étudier de manière détaillée ces mécanismes. Deux paramètres sont cruciaux pour la détermination des contraintes de cisaillement engendrées par les vagues : le facteur de frottement et la vitesse orbitale au fond. La première étape de l'obtention du premier de ces paramètres était la préparation d'un moulage de plâtre du fond naturel de till à l'emplacement, ce qui a été effectué par des plongeurs appliquant une méthode mise au point par des archéologues de Parcs Canada. Des répliques de ce moulage ont ensuite été placées dans un canal au Laboratoire d'hydraulique (fig. 10) afin de déterminer le coefficient de rugosité équivalent, un paramètre directement relié au facteur de frottement.

Le champ de vagues à l'emplacement a été obtenu de prévisions à postériori des vents enregistrés à l'aéroport de l'île Toronto. On a ensuite calculé les valeurs des contraintes de cisaillement correspondant aux diverses fréquences de vagues pour les secteurs du profil composés de tills nus en substituant les vitesses orbitales des vagues et le facteur de frottement dans l'équation de la contrainte de cisaillement. Les contraintes de cisaillement pouvaient atteindre 6,4 Pa pour des vagues d'une hauteur de 4 m et d'une période de 10 secondes.

La contrainte de cisaillement critique, c.-à-d. la valeur de la contrainte de cisaillement à laquelle commence l'érosion de la surface, a été mesurée par Zeman à partir d'échantillons provenant du même secteur. Zeman a également quantifié la relation entre la contrainte de cisaillement appliquée aux échantillons en laboratoire et le taux d'érosion. Cette relation est actuellement mise à l'épreuve en rapport avec la répartition des contraintes obtenue sur le terrain afin de prédire les taux d'érosion du fond, prévisions qui seront vérifiées au moyen de mesures directes de l'érosion du fond effectuées par Rukavina. Pour le moment il est clair que les niveaux de contrainte de cisaillement obtenus à partir des calculs liés aux vagues sont supérieurs aux valeurs critiques pendant des durées importantes. Cette découverte confirme notre opinion à l'effet que de telles contraintes, agissant seules ou associées à d'autres phénomènes, peuvent causer une érosion considérable en profondeur (Coakley).

Érosion sous l'eau, lac Ontario

Des cadres portant des transducteurs fixes ont été redéployés à cinq stations le long de la ligne de profil à Stoney Creek; le niveau du fond a été surveillé acoustiquement et par des plongeurs entre avril et décembre 1985. Des écarts par rapport aux données de décembre 1984 ont été notés aux stations proches du rivage, où il y

avait une couverture de sable mobile, mais il n'y a pas eu de variation du niveau au large dans le secteur de till à nu (Rukavina).

Facteur d'érosion des sédiments cohérents

On a effectué en laboratoire des essais d'érosion, au moyen de l'appareil à cylindre en rotation mis au point par l'Institut national de recherche sur les eaux, afin de déterminer la résistance à l'érosion des tills cohérents non perturbés des rivages du type à falaises des lacs Érié et Ontario.

Les résultats indiquent que la méthode peut être utilisée pour distinguer les résistances à l'érosion de différentes formations de till tant en termes de contraintes de cisaillement critiques qu'en termes des taux d'érosion. Les résultats sont présentés dans une communication conjointe sur l'érosion sous l'eau à l'emplacement de Stoney Creek dans le lac Ontario (Coakley, Rukavian, Zeman) et dans une autre communication traitant du facteur d'érosion des tills du lac Érié. Ces deux communications paraîtront dans les comptes rendus du Symposium sur les littoraux cohésifs.

En rapport avec cette recherche, de nouveaux essais en laboratoire ont été effectués avec l'appareil à cylindre en rotation afin de déterminer l'effet de la rugosité de la surface sur l'échelle normalisée de rugosité du sable (Zeman).

Étude à la plage Van Wagner

Tous les résultats du sondage d'un profil à la plage Van Wagner ont été numérisés pour les stations où des niveaux obtenus par transducteurs fixes ou par des plongeurs étaient disponibles. Les résultats pour la période 1980-1982 seront analysés afin de déterminer les effets des tempêtes et des variations limnimétriques sur le profil (Rukavina).

Bilan sédimentaire d'un rivage, rive nord-centrale du lac Érié

Un nouveau bilan sédimentaire (fig. 11) a été préparé pour la région d'étude; il englobe les implications à long terme de la sédimentation et de l'érosion ainsi que le rôle des ouvrages portuaires dans le passé récent. De nouveaux renseignements ont été obtenus sur les taux d'érosion de la plate-forme littorale de till. Les résultats sont présentés dans un rapport inédit dont la version manuscrite a été présentée au Journal of Great Lakes Research pour publication éventuelle. Une présentation graphique des résultats a été préparée pour le Symposium sur les littoraux cohésifs (Rukavina, Zeman).

Vagues et prévision des vagues

Une section sur les vagues et la prévision des vagues a été rédigée pour un nouveau manuel de génie civil dont la parution est prévue pour 1986. On y parle de la théorie des vagues de faible amplitude, des processus des vagues, des techniques de mesure des vagues, de l'analyse des données sur les vagues, des statistiques et des limites de confiance ainsi que des méthodes de prévision des vagues. Cet ouvrage est actuellement disponible sous forme de rapport de l'INRE (Bishop, Donelan).

Atténuation des vagues par des parois non uniformes

On a effectué des essais dans un bassin d'étude des vagues pour voir quels sont les effets à l'échelle de la modélisation de l'atténuation des vagues par l'enrochement des ouvrages aux entrées des ports (fig. 12). L'enrochement en pente latérale de 1,5 ou 2 à 1 le long des parois verticales des entrées est une méthode de plus en plus usitée pour corriger les problèmes d'agitation par les vagues dans les ports ou les problèmes de structure au niveau des parois. On

a constaté que l'atténuation est proportionnelle à la hauteur des vagues à la puissance 1,36 et qu'elle est inversement proportionnelle à la profondeur de l'eau (p) à la puissance 0,36 ainsi qu'à la largeur du fond du chenal (l). Le facteur de proportionnalité varie selon la formule $p.gT^2$, l/p et la pente latérale (où T est la période de vagues et g l'accélération due à la pesanteur) (Bishop).

Charges attribuables aux vagues sur les pipelines sous-marins

Ces charges sont habituellement prédites à l'aide de l'équation de Morison, qui applique des coefficients empiriques d'inertie et de résistance. Les valeurs à attribuer à ces coefficients sont loin d'être certaines. Dans les régions nordiques où les pipelines peuvent être posés au fond de tranchées ouvertes pour éviter les dégâts causés par la glace, il n'existe que peu ou pas de données. Un ensemble d'essais en laboratoire est prévu pour détermier les coefficients de résistance, d'inertie et de soulèvement pour les pipelines posés dans des tranchées. L'installation d'essai des pipelines a été conçue et fabriquée. Les particularités du champ d'écoulement seront examinées au moyen d'un anémomètre laser-doppler. Ces travaux sont en partie subventionnés par le Panel on Energy Research and Development. Un rapport d'examen de la documentation sur les forces exercées par les vagues sur les pipelines submergés est disponible sous forme de rapport de l'INRE (Skafel, Bishop).

Symposium sur les littoraux cohésifs

Pendant l'exercice financier les préparatifs d'organisation du Symposium étaient en cours; il sera tenu au début de mai 1986 avec la participation de chercheurs et d'ingénieurs du Canada, des États-Unis et de Grande-Bretagne. Le symposium est parrainé par le Comité associé de la recherche sur l'érosion et la sédimentation littorales (CARESL) du Conseil national de recherches du Canada et est organisé

par la Section des phénomènes littoraux en collaboration avec plusieurs participants de l'extérieur. Au programme il y a deux jours de séances techniques et une excursion d'une journée dans le secteur riverain de Toronto. Le symposium traite des phénomènes géomorphologiques, géotechniques et hydrauliques sur les rivages à falaises, de la modélisation numérique et physique des rivages ainsi que de l'érosion sous l'eau, des méthodes innovatrices de protection des rivages et des stratégies de gestion. Les comptes rendus du symposium seront publiées en 1986. Le sujet du symposium a soulevé un intérêt considérable en raison des niveaux actuels des Grands Lacs qui sont les plus élevés ou près des plus élevés jamais atteints et auxquels il faut attribuer une érosion accélérée des rivages (Zeman).

Journées d'accueil au CCEI, 1985

Une projection magnétoscopique sur les transformations de la plage locale et un jeu par ordinateur sur les connaissances relatives aux rivages et aux problèmes connexes ont été présentés dans le cadre des journées d'accueil tenues en avril (Rukavina).

SECTION DES SERVICES TECHNIQUES

On a noté un accroissement du soutien technique aux chercheurs responsables d'études sur le terrain et en particulier de l'étude des embâcles et des crues, de l'étude du ruissellement urbain et de l'étude de l'écoulement dans les cours d'eau à lit mobile, ainsi que du soutien annuel aux géologues de la division.

Le personnel de la section apprécie qu'une certaine partie du travail s'effectue sur le terrain et la plupart des membres du personnel de soutien ont participé à ces activités. Une aide technique a également été fournie à deux scientifiques visiteurs; tous ces facteurs ont contribué à rendre plus exaltantes les affectations de personnel technique aux études.

Le nombre des demandes d'étalonnage de moulinets a légèrement augmenté par rapport à celui de l'année précédente et le système d'acquisition de données d'étalonnage aux bassins de traction a été amélioré. Au laboratoire de sédimentologie le fonctionnement du sédimentomètre récemment acquis a été informatisé.

Compte tenu de l'accroissement des activités et des ressources financières qui restent limitées, il devient plus difficile de maintenir le bon fonctionnement du laboratoire et de ses installations uniques en leur genre. Nous y sommes parvenus jusqu'à maintenant et continuerons à le faire grâce à l'expérience, à la collaboration et au dévouement du personnel de la section.

Services de laboratoire

Le personnel technique fournit le soutien aux scientifiques et ingénieurs menant des recherches fondamentales et appliquées au Laboratoire d'hydraulique ainsi que les projets sur le terrain qui leur sont associés.

Il y a eu beaucoup plus de soutien apporté sur le terrain pour l'étude du frasil, de la glace de fond, des embâcles et des crues. Un

soutien a également été fourni à des tierces parties dans le cadre de la politique de recouvrement des coûts du ministère.

On a effectué des essais pour mesurer les pertes de charge dans différentes parties d'un échantillonneur automatique de sédiments pour le compte de la Division des relevés hydrologiques du Canada.

Le laboratoire de sédimentologie classe les sédiments selon leur granulométrie et en détermine la teneur en matières organiques et en carbone total. Au laboratoire de géotechnique on effectue des essais structuraux des sols. Ces installations fournissent le soutien nécessaire pour les projets de l'Institut ainsi que pour d'autres organismes du gouvernement, pour des universités et pour le secteur privé. Le recouvrement des coûts est pratiqué.

On a fait l'acquisition d'un nouveau sédimentomètre dont le fonctionnement sera informatisé afin d'assurer un service plus efficace et des mesures plus précises; des modifications ont aussi été apportées au tube de sédimentation.

Voici le sommaire des essais et analyses effectués :

		1985-1986
Analyses granulométriques	- INRE	1471
	- Universités	150
	- Secteur privé	53
Dosages du carbone	- INRE	4050
Séparation de sédiments	- INRE	76
Essais géotechniques	- INRE	7

Les laboratoires offrent le soutien d'experts dans des domaines comme la menuiserie, la mécanique légère et l'électronique. On y assure également la supervision des entrepreneurs dont les services sont retenus pour des réparations d'entretien ou la fabrication d'installations expérimentales. Un service de consultation est fourni aux scientifiques et ingénieurs quant aux problèmes de construction.

On a également commencé à y assurer l'inventaire et l'acquisition de matériaux et de fournitures. Un groupe de techniciens hautement spécialisés fournit aux nombreux utilisateurs du Laboratoire d'hydraulique des conseils sur la conception d'équipement et d'installations ainsi que sur l'électronique et la mécanique. On a fabriqué un canal à écoulement laminaire pour les études de formation des méandres ainsi qu'un autre canal pour la mise à l'épreuve au laboratoire de l'instrument de mesure du frasil.

Service national d'étalonnage

Il y a maintenant plus de deux ans que l'on utilise quotidiennement le micro-ordinateur dans le système d'acquisition de données du charriot de traction. Le service s'est procuré un ordinateur plus puissant de 16 bits afin d'améliorer son travail.

Un programme d'étalonnage de très grande précision a été complété pour le compte d'Hydro-Québec en vertu d'un accord de recouvrement des coûts; on a étalonné 65 moulinets de type SIAP qui serviront à la mesure de l'efficacité des turbines. Pour cet étalonnage spécial il a fallu utiliser 48 vitesses différentes et prendre des journées de travail de 12 à 14 heures pour terminer les passages.

À la demande de sa Section d'étude des sédiments, la Division des relevés hydrologiques du Canada a entrepris la préparation de plans pour la vérification, la réparation et l'étalonnage de tous les échantillonneurs de sédiments en suspension qu'elle utilise. Ce travail devrait prendre deux ans; une fois complété chacun des échantillonneurs sera examiné et étalonné de nouveau à tous les deux ans.

L'utilisation du bassin de traction pour étalonner les moulinets et pour mener différents essais spéciaux sur le matériel hydrométrique peut être ventilée de la façon suivante :

	Temps d'utilisation %
Division des relevés hydrologiques du Canada	35,1
Autres organismes fédéraux	25,3
Gouvernements provinciaux	14,9
Universités	5,9
Compagnies d'hydro-électricité	8,4
Firmes d'ingénieurs-conseils	10,4

SECTION DES SERVICES D'INGÉNIERIE
FAITS SAILLANTS

La réussite des recherches sur l'eau et des études de gestion de cette ressource exige fréquemment des systèmes et de l'équipement de mesure et d'échantillonnage uniques en leur genre et parfois complexes.

La Section des services d'ingénierie s'acquitte de la planification et de la conception des systèmes nécessaires pour mettre au point cet équipement pour des clients à l'INRE et ailleurs lorsque l'autorise le directeur de l'Institut national de recherche sur les eaux. Parmi ces services mentionnons :

- la gestion de projet pour la conception, la mise au point, la fabrication et la mise à l'épreuve d'équipement d'échantillonnage et de mesure.
- la disposition des systèmes et de l'équipement, l'évaluation et les études comparatives pour le choix de la meilleure approche.
- la conception technique, les spécifications et le dessin pour la mise au point et la fabrication de prototypes, d'instruments et de systèmes.
- les services de consultation technique, incluant l'évaluation de soumissions, les essais et l'évaluation d'équipement ainsi que des examens de la conception.

La section participe de plus activement au transfert de technologie dans le domaine public par le biais de publications, par la participation à des colloques et à des conférences ainsi que par le Programme des projets industries-laboratoire (PPIL) du ministère.

RAPPORTS D'ETUDES INDIVIDUELLES

Mini-échantillonneur de surface

Un modèle plus petit (fig. 13) de l'échantillonneur de surface à tambour rotatif a été conçu et fabriqué pour la Division des contaminants environnementaux de l'INRE. Ce nouveau dispositif, basé sur la conception réussie du modèle précédent, est d'un encombrement réduit et d'une moindre complexité qui le rendent compatible avec les embarcations déplacées sur le toit d'une voiture utilisées sur les petites étendues d'eau isolées. Le tambour peut être actionné à la main ou au moyen d'un moteur à vitesse réglable alimenté par un acccumulateur. L'unité a été livrée pour les travaux sur le terrain à la fin de l'été 1985. Certaines modifications mineures, incluant l'addition de l'entraînement par moteur électrique, ont été apportées pendant l'hiver et l'unité était disponible au printemps (Madsen).

VAGUES 86

VAGUES 86 est une étude d'une durée de trois ans effectuée en collaboration avec des chercheurs du Woods Hole Oceanographic Institution. C'est une étude sur le terrain des phénomènes de la formation des moutons et de l'interaction vagues-turbulence; les observations sont effectuées depuis la tour de recherche de l'INRE.

Un système d'acquisition de données a été conçu et fabriqué pour l'enregistrement des observations nécessaires. On exigeait de ce système qu'il enregistre l'information à 20 Hz sur jusqu'à 48 voies pendant des intervalles ininterrompus de sept heures. Une contribution importante au niveau de la gestion du projet a été fournie pour coordonner les efforts de la Section des services d'ingénierie, de la Section de la fabrication et du développement technique et de la Division des opérations techniques pour la conception et la fabrication de ce système ainsi que pour son installation et le soutien

nécessaire à son exploitation sur la tour pendant trois mois à l'automne de 1985. On a également mis au point des ensembles majeurs de capteurs incluant un ensemble de capteurs dynamiques de pression d'air permettant de détecter la turbulence dans l'air dans la bande des fréquences variant d'environ 0,2 à 1,5 Hz (Desrosiers).

Étude de dissipation des vagues

Un ensemble de six tours portatives de 10 m ont été placées sur le fond du lac Sainte-Claire pour enregistrer la hauteur des vagues à l'appui d'une expérience sur le terrain visant à mesurer les caractéristiques de la dissipation des vagues dans les lacs peu profonds. Il s'agissait d'une expérience conjointe avec le Great Lakes Research Laboratory (NOAA).

On exigeait des tours qu'elles soient portatives, relativement faciles à assembler sur le rivage et qu'elles puissent être installées depuis un chaland au moyen d'une grue sans le soutien d'un plongeur pour l'installation ultérieure des instruments.

Trois des tours ont été utilisées par le GLRL de la NOAA et les trois autres par l'INRE. Sur les trois tours de l'INRE on a installé des enregistreurs de données et des capteurs de mesure de la hauteur des vagues et du vent. Une des tours portait un enregistreur de données additionnel et des capteurs relevant la transparence de l'eau et la pression des vagues.

L'installation de l'équipement a été complétée à la mi-octobre et il a été exploité jusqu'à son enlèvement au début de décembre 1985 (Roy, Pedrosa).

Moule de compaction

Les études du facteur d'érosion des sols littoraux et fluviaux exigent que la teneur en humidité de l'échantillon de sol soit contrôlée au début des mesures de l'érosion.

On a conçu et fabriqué un système de compaction des échantillons de sol. Il comprend un moule permettant de donner des dimensions spécifiques à l'échantillon compacté et une machine de compression de 25 tonnes permettant de produire dans le moule une pression de 27 MPa. Le système d'entraînement de la machine de compression a été modifié afin de permettre d'obtenir une pression constante dans le moule à mesure que l'échantillon de sol est chargé ou écrasé afin d'obtenir la teneur en humidité requise (Madsen).

Mise au point d'un capteur de sédiments en suspension

On a poursuivi la conception et la mise au point d'un système amélioré de capteur de sédiments en suspension sous le parrainage de la Division de l'hydraulique qui remplace à ce titre le Groupe de travail sur la mise au point d'équipement scientifique (GTMES). Un micro-ordinateur d'acquisition de données et du matériel pour le capteur ont été achetés. L'algorithme de calcul de la diffusion de la lumière a été complété et mis à l'épreuve. Cet algorithme permet maintenant d'effectuer des calculs en vue de l'évaluation des effets de modifications des caractéristiques de conception de l'instrument ou du capteur, comme le champ, la réponse spectrale et la répartition granulométrique, sur l'intensité ou la sensibilité du signal de sortie proposé de l'instrument (Desrosiers).

Profileur d'embâcle

Les études sur le terrain d'embâcles pourraient être améliorées s'il était possible d'obtenir sous l'eau certaines mesures du profil d'un embâcle.

Il a été proposé de mesurer ce profil au moyen d'un sonde de pression avec système radio de poursuite permettant d'obtenir la profondeur et les coordonnées X et Y sous l'embâcle.

Un modèle mathématique à deux dimensions de la trajectoire de la sonde de pression sous l'embâcle a été mis au point afin d'évaluer les effets de modifications de la configuration de la sonde (fig. 14). A partir d'essais en canal sur modèle à l'échelle on a déterminé une configuration optimale afin de poursuivre l'évaluation de la faisabilité de cette idée (Ford).

Enregistreur de frasil

La mise au point de l'enregistreur de frasil s'est poursuivie. Le système a été installé avec un certain succès pendant cinq semaines à la centrale hydro-électrique de l'Hydro Ontario à l'île Sills sur la rivière Trent. Une communication sur cette mise au point a été présentée au quatrière atelier sur l'hydraulique de la glace de cours d'eau. La mise à l'épreuve du prototype s'est poursuivie dans le canal en chambre froide de la Division de l'hydraulique afin d'acquérir de l'expérience quant au fonctionnement de l'appareil. On évalue des modifications mineures de conception du prototype que la Direction générale des eaux intérieures, région de l'Atlantique, se prépare à installer dans le cadre de son programme d'étude de la glace de cours d'eau (Ford).

Groupe de travail sur la mise au point d'équipement scientifique (GTMES)

La Section des services d'ingénierie poursuit son travail avec le GTMES, le Groupe de travail sur la mise au point d'équipement scientifique de l'INRE, en vue de la mise au point et de l'évaluation d'équipement destiné à des applications futures en recherche.

On a conçu et fabriqué un bloc d'alimentation de 2 MHz pour l'entraînement d'un nébulisateur destiné à la préparation d'échantillons pour la spectroscopie. L'équipement comprend un oscillateur, un amplificateur de puissance et un circuit d'adaptation des impédances pour l'entraînement du transducteur à cristal du nébulisateur.

On a acheté deux enregistreurs de données Hydrolab avec une interface d'interrogation afin d'en évaluer l'application éventuelle à la surveillance des cours d'eau. Des essais de fonctionnement ont été effectués, on a trouvé des défauts et les appareils ont été retournés aux fournisseurs pour réparation et nouvel étalonnage; à leur retour les appareils seront exploités sur le terrain. L'expérience a été utile pour l'évaluation du matériel à la fine pointe des connaissances disponible dans le commerce et a également permis d'améliorer les connaissances des chercheurs sur cet équipement.

On a complété les essais d'évaluation sur le terrain du thermomètre enregistreur à semi-conducteurs mis au point dans la section. Cinq prototypes de l'appareil ont été portés à l'inventaire des articles d'utilisation courante sur le terrain.

Consultation

Des services de consultation sont actuellement fournis à la Division des relevés hydrologiques de la Direction générale des eaux intérieures et prennent la forme d'une revue mensuelle des données de conception reçues dans le cadre d'un contrat de mise au point d'un appareil acoustique de mesure du débit.

Des essais de fonctionnement d'un échantillonneur d'eau in situ SeaStar pour le compte du Laboratoire national de la qualité des eaux de la DGEI ont été effectués.

Un appui a été fourni à Carl Anderson de l'Institut d'océanographie de Bedford du ministère des Pêches et Océans pour les essais d'évaluation et l'étalonnage d'un courantomètre électromagnétique sphérique Interocean S-4.

Programme pour les projets Industries-Laboratoires (PPIL)

Il s'agit d'un programme interministériel d'encouragement et d'aide financière aux transferts de technologie des laboratoires de recherches du gouvernement fédéral à l'industrie canadienne qui en fait éventuellement l'exploitation commerciale.

Ces activités à l'INRE sont coordonnées par la Section des services d'ingénierie. L'équipement pour lequel des accords de contribution ont été signés comprend le transmissomètre multibandes (Moniteq Ltée), qui sera mis à l'épreuve sur le terrain en juillet 1986, le thermomètre enregistreur à semi-conducteurs (Metrex Instruments Ltée) et le dispositif léger de carottage (Questa Engineering Ltée) (Roy, Ford, Desrosiers).

SECTION DE LA FABRICATION ET DE LA CONCEPTION TECHNIQUE

La section fournit des services de conception mécanique et de fabrication de prototypes d'instruments limnologiques ainsi que d'étalonnage des systèmes d'instruments destinés aux études scientifiques et techniques de l'Institut national de recherche sur les eaux et des autres directions du Centre canadien des eaux intérieures.

Pendant l'intervalle couvert par le présent rapport les ressources humaines de la section ont été réduites à 10,25 années-personnes; toutefois avec l'aide de personnes engagées à contrat, la section a fourni des services équivalant à 13,04 années-personnes à ses clients (tableau 1). La section a principalement engagé à contrat des techniciens en électronique, spécialisation pour laquelle elle est sérieusement démunie face à la demande des clients (tableau 2).

Au total 843 demandes de travail ont été soumises à la section pendant l'exercice; 682 de ces demandes émanaient de l'INRE et les 161 autres provenaient d'autres clients au Centre. Il s'agit d'une augmentation globale de 17 % par rapport à l'année précédente. Une partie importante de cet accroissement global était attribuable à une augmentation de 32 % des demandes d'aide en électronique de la part des clients par rapport à l'exercice précédent (tableau 3).

La section a mis au point divers systèmes et équipements à l'appui des travaux d'autres groupes. Ces dispositifs sont décrits dans d'autres parties du présent rapport par la Section des services d'ingénierie, la Section de l'hydraulique environnementale, la Section des phénomènes littoraux et par d'autres clients de l'INRE et de l'extérieur.

TABLEAU 1

SFCT - RÉSUMÉ DE L'UTILISATION DES ANNÉES-PERSONNES
EXERCICE 1985-1986

Client	Affectées	Utilisées	Différence
Bureau de direction	0.42	0.61	0.19
Division des contaminants de l'environnement	0.50	0.71	0.21
Division de l'hydraulique	2.04	4.21	2.17
Division de l'écologie aquatique	0.99	1.10	0.11
Division de la physique aquatique et des systèmes	0.75	0.92	0.17
Division des méthodes analytiques	0.20	0.13	(0.07)
Division des opérations techniques	0.55	0.74	0.19
Division des services du personnel	0.02	0.05	0.03
Direction de la qualité des eaux, région Ontario	0.10	0.18	0.08
Service de la protection de l'environnement	0.15	0.08	(0.07)
Direction générale de la recherche sur les pêches dans les Grands Lacs	0.10	0.06	(0.04)
Ministère des Pêches et Océans	0.20	0.17	(0.03)
Labatoire national de la qualité des eaux	0.12	0.15	0.03
Autres	0.03	0.12	0.09
Division des relevés hydrologiques du Canada - Guelph	0.00	0.07	0.07
Section des services d'ingénierie	1.10	0.75	(0.35)
Section de la fabrication et de la conception technique	3.83	2.99	(0.84)
	11.10	13.04	1.94

TABLEAU 2

SFCT - RECUPERATION DES COOTS
EMPLOYES CONTRACTUELS SUR PLACE
EXERCICE 1985-1986

Client	Montants	A-P.	Catégorie
Division de la physique aquatique et des systèmes	5,976.95	0.16	EL
Division de l'écologie aquatique	6,700.00	0.17	EL
Division de l'hydraulique	37,928.65	1.36	EL/GLT/DD
Direction générale de la qualité des eaux, région Ontario	2,803.00	0.07	EL
Laboratoire national de la qualité des eaux	868.12	0.02	EL
Division des relevés hydrologiques du Canada - Guelph	3,900.00	0.09	EL
Section de la fabrication et de la conception technique	7,300.00	0.28	EL/GLT
	65,476.72	2.15	

TABLEAU 3

DEMANDES DE TRAVAIL À LA SFCT
RÉPARTITION PAR CLIENT

Client	Electronique	Mécanique	Étalonnage	Usinage	Total
Bureau de direction	6	9	3	8	26
Division des contaminants de l'environnement	12	13	5	25	55
Division de l'hydraulique	76	56	40	58	230
Division de l'écologie aquatique	21	23	5	22	71
Division de la physique aquatique et des systèmes	29	16	13	17	75
Division des méthodes analytiques	6	5	5	9	25
Division des opérations techniques	-	8	23	46	77
Division des services du personnel	5	3	2	6	16
Direction générale de la qualité des eaux, région Ontario	2	9	1	21	33
Service de la protection de l'environnement	1	0	2	17	20
Direction générale de la recherche sur les pêches dans les Grands Lacs	0	3	4	6	13
Ministère des Pêches et Océans	0	5	3	37	45
Laboratoire national de la qualité des eaux	6	4	9	7	26
Autres	1	7	11	5	24
Section des services d'ingénierie	36	19	23	29	107
Total	201	180	149	313	843

SECTION DES SERVICES DE DESSIN

Cette section fournit les services de dessin et d'illustration pour les présentations visuelles et les graphiques, pour les illustrations techniques et scientifiques ainsi que pour la cartographie et les schémas électroniques et mécaniques d'une qualité convenant à la publication.

Elle fournit également des services de photographie, dont celle de l'équipement de recherche scientifique et de génie, les transparents pour rétroprojection et diapositives pour les conférences et colloques et, par l'entremise de sources extérieures, les services de composition, d'imprimerie, de reprographie et de développement ainsi que de tirage de photographies.

La section garde en dossiers tous les dessins, illustrations et négatifs de toutes les photographies et reprographies. Ce service est fourni aux divisions de l'Institut national de recherche sur les eaux et à toutes les autres directions générales, directions et services du Centre canadien des eaux intérieures.

SECTION DES SERVICES DE BUREAU

Cette section offre des services de bureau (travail de commis, traitement de textes et tenue de dossiers) à toutes les sections de la division. Elle dirige aussi la production et une diffusion ordonnées de rapports et de publications sur des sujets scientifiques et techniques, en appliquant la politique de publication bilingue du ministère de l'Environnement et en s'assurant que les nouvelles connaissances et informations sont communiquées à tous les secteurs de la société canadienne.

La section tient à jour un fichier permanent des rapports techniques et de recherches. Elle donne suite aux demandes de réimpression ou de copie de manuscrits inédits. Elle dresse des statistiques de ces demandes.

Demandes de rapports et de publications

Le principal produit de la division consiste en informations scientifiques et techniques généralement publiées dans des revues ou dans des rapports du ministère. Les résultats des recherches sont diffusés auprès des collègues et de la direction sous forme de rapports inédits. La division tient un dossier courant de tous les rapports de recherche pour pouvoir facilement les photocopier si elle n'en a pas d'exemplaires disponibles.

Il est difficile d'évaluer l'utilité et l'intérêt d'un ouvrage scientifique donné. On peut dans une certaine mesure juger de l'intérêt qu'il présente en notant le nombre de demandes spontanées faites par téléphone ou par écrit. Depuis 1976 on tient un relevé de ces demandes qui donne une idée de l'intérêt que suscitent les travaux scientifiques.

Ces statistiques sont présentées au tableau 4. Une analyse détaillée n'est probablement pas justifiée, mais on peut quand même arriver à certaines conclusions :

i) pendant l'exercice 1985-1986 on a distribué approximativement 800 rapports, soit une moyenne de 15 par semaine;

ii) il y a eu un accroissement du nombre des demandes de la part des provinces;

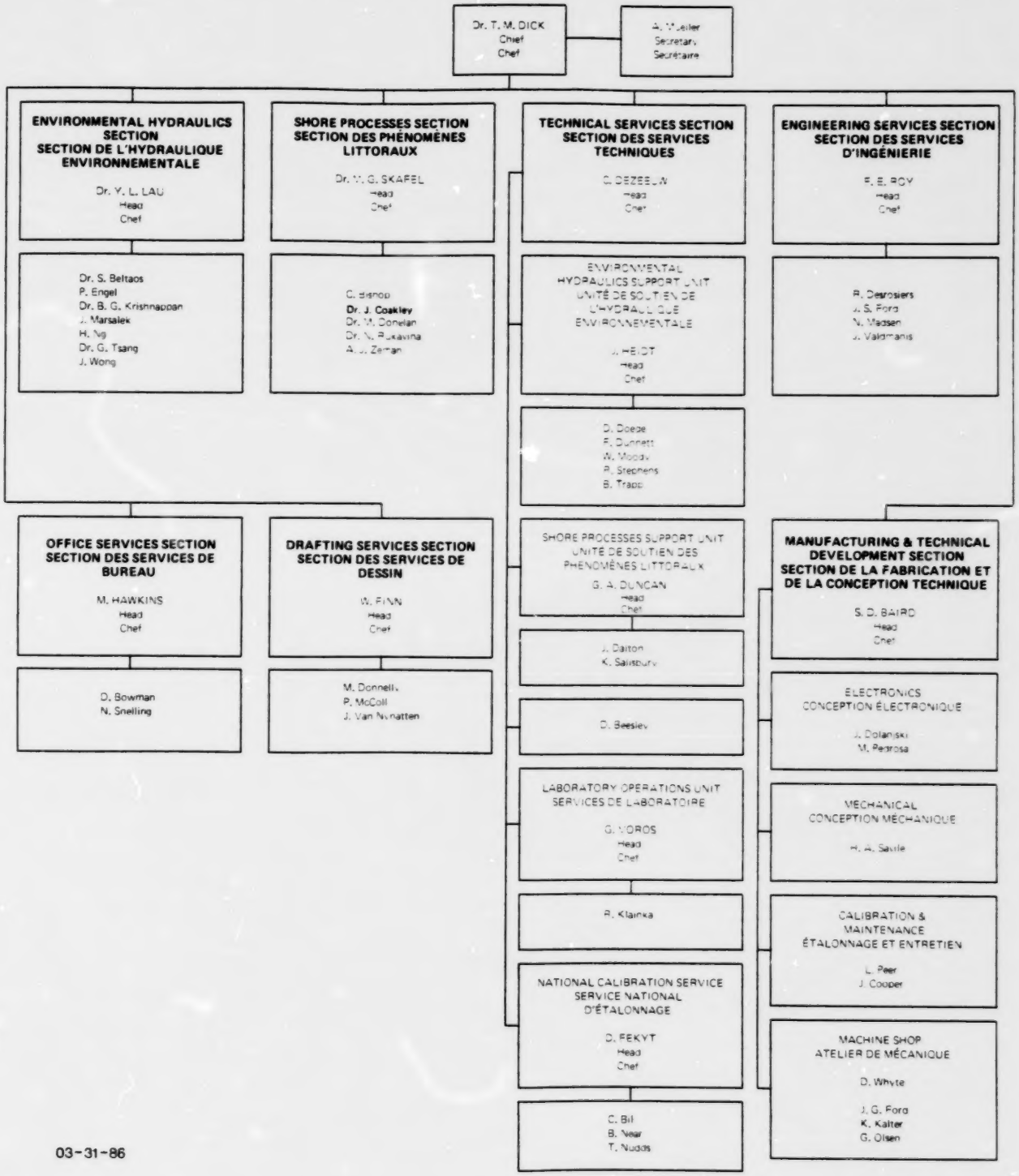
iii) il y a eu un accroissement substantiel des demandes de la part de gouvernements étrangers.

TABLEAU 4

Demandes de publications faites directement à la Division de l'hydraulique

Année/origine		Gouvernement			Universités	Secteur privé	TOTAL	GRAND TOTAL
		Fédéral SCE	Autres	Provincial				
1976	Canada	27	33	40	52	31	183	304
	Étranger		27	5	68	21	121	
1977	Canada	57	80	80	79	188	484	601
	Étranger		36	4	39	38	117	
1978	Canada	69	49	41	149	38	346	529
	Étranger		19	6	120	38	183	
1979	Canada	88	34	41	79	151	413	593
	Étranger		39	6	130	25	180	
1980	Canada	89	99	83	98	91	460	664
	Étranger		39	25	85	55	204	
1981	Canada	83	87	34	154	120	478	766
	Étranger		46	11	199	32	288	
1982	Canada	78	69	79	103	144	473	910
	Étranger		140	16	182	99	437	
1983	Canada	100	75	137	43	134	489	842
	Étranger		226	34	55	38	353	
1984-85	Canada	123	88	61	148	225	645	1003
	Étranger		161	11	145	41	358	
1985-86	Canada	83	47	86	101	117	434	796
	Étranger		207		77	78	362	

HYDRAULICS DIVISION
DIVISION DE L'HYDRAULIQUE



03-31-86

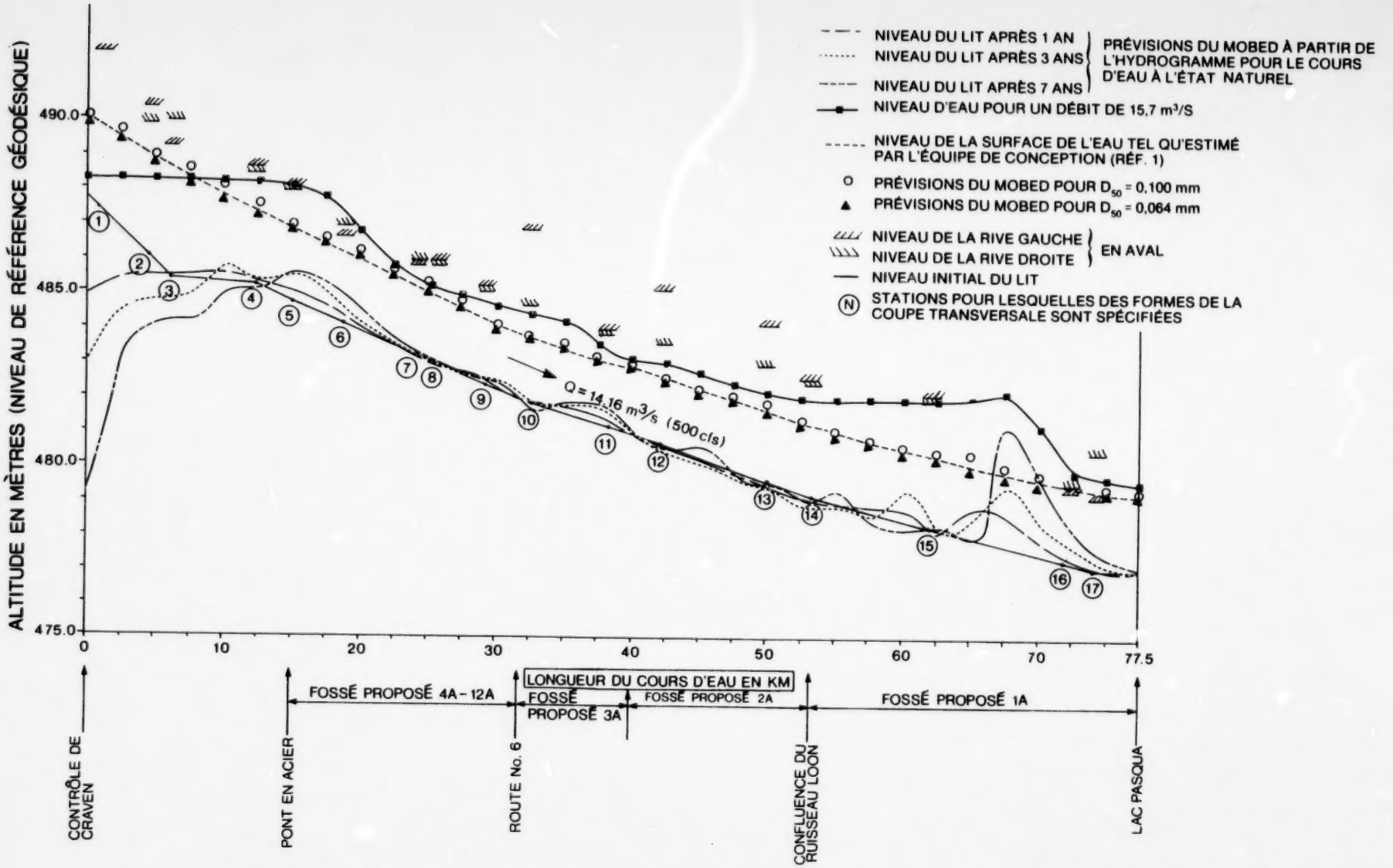


Figure 1 Variations du niveau du lit de la rivière Qu'Appelle entre Craven et le lac Pasqua, telles que prévues au moyen du MOBED à partir de l'hydrogramme pour le cours d'eau naturel.

Figure 2 Lit de dunes dans un grand canal sédimentaire

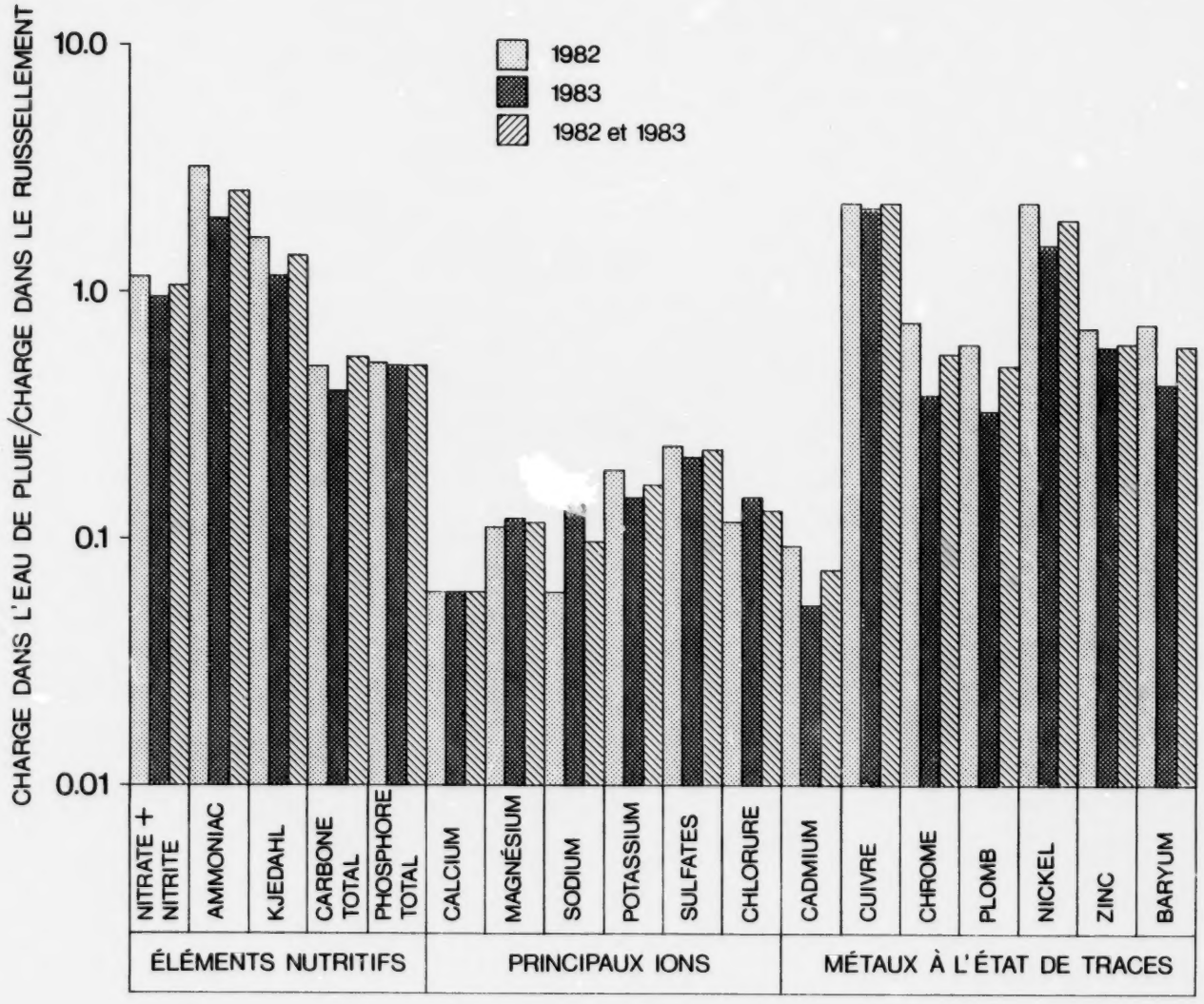


Figure 3 Rapport de la charge dans l'eau de pluie sur la charge dans le ruissellement.

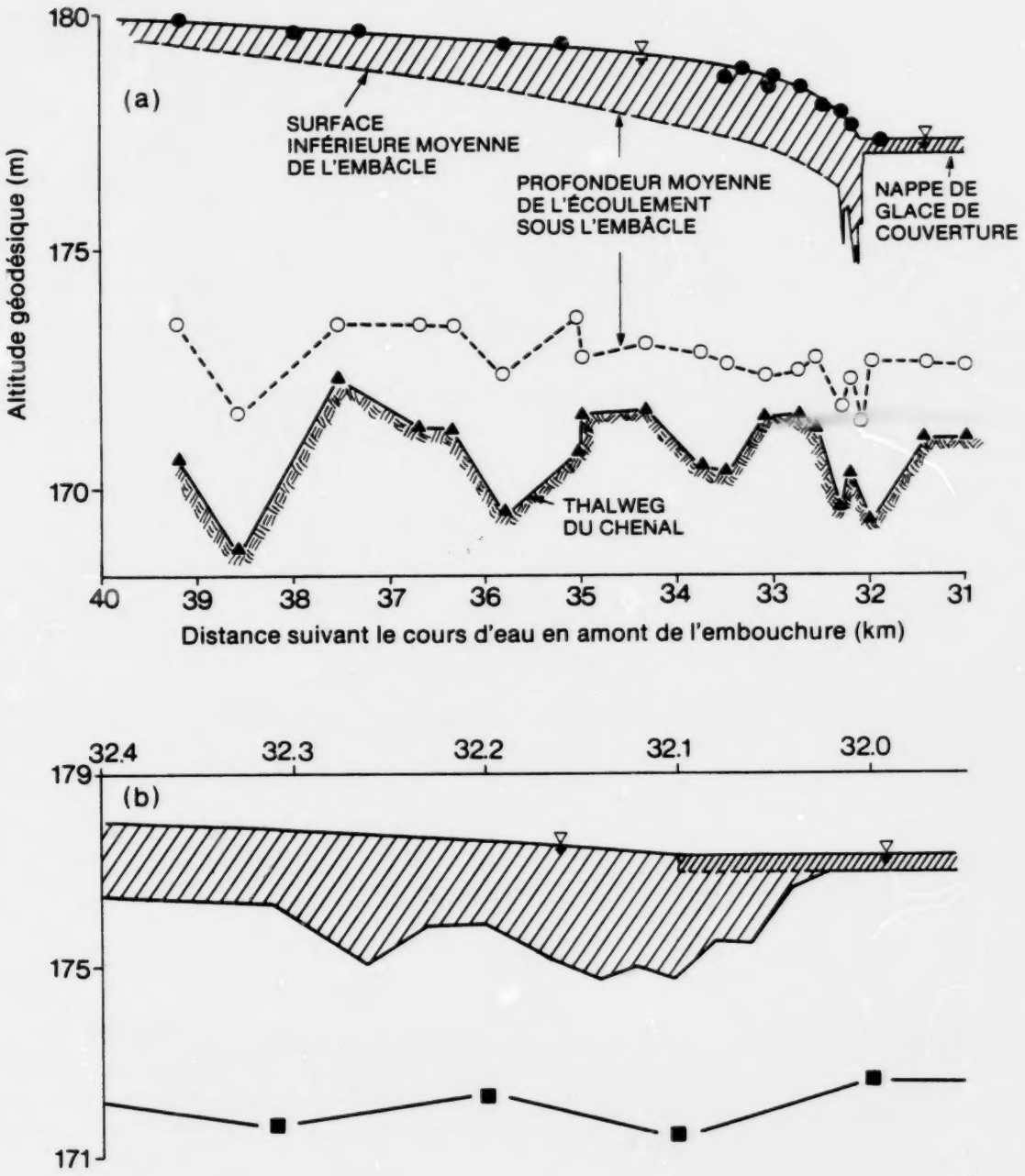


Figure 4 Profil d'un embâcle sur la rivière Thames en amont de Chatham le 23 janvier 1986. a) profil complet; b) configuration du pied. Largeur moyenne du cours d'eau ≃ 80 m.

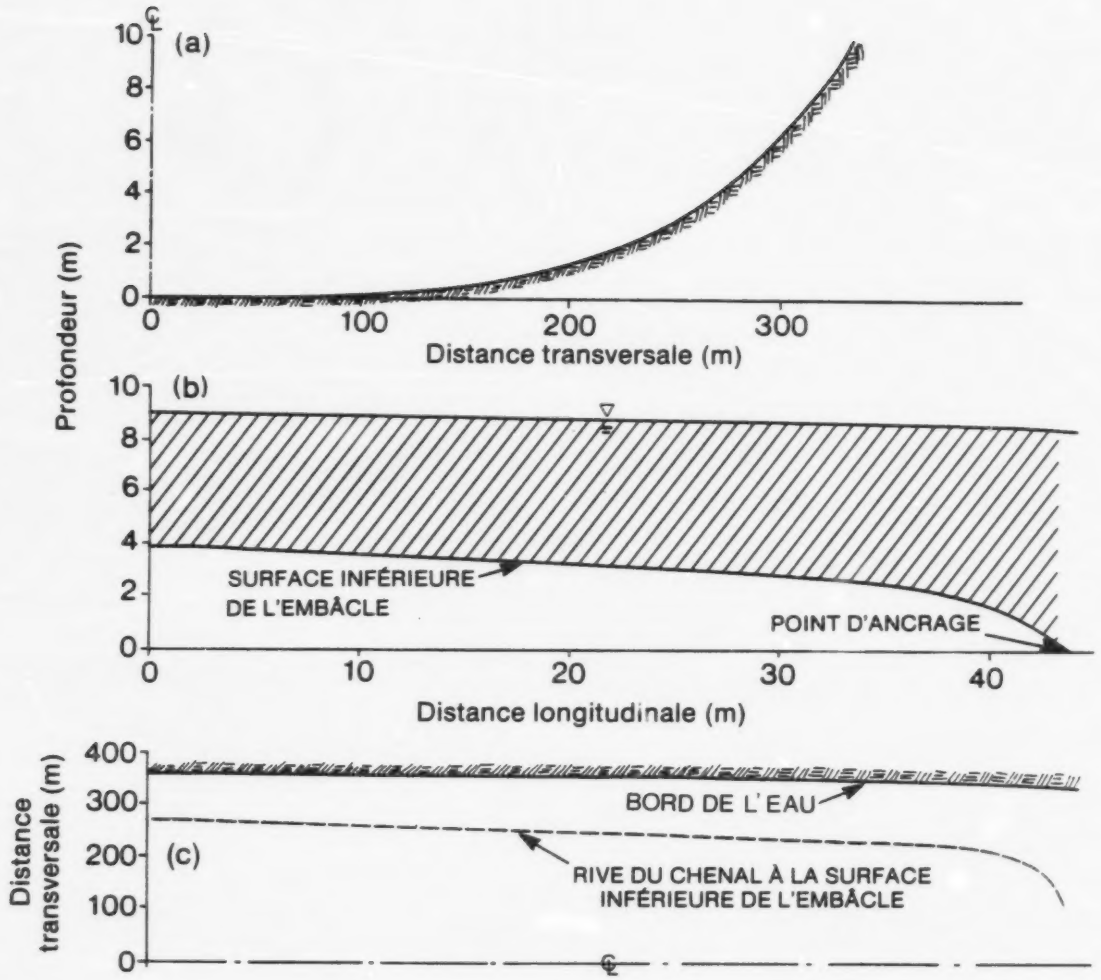


Figure 5 Configuration calculée d'un embâcle sur un chenal prismatique non rectangulaire. a) coupe transversale du chenal supposé; b) profil longitudinal près du pied; c) vue en plan du chenal. Largeur ≃ 700 m, pente = 0,00036, débit ≃ 110 m³/s.

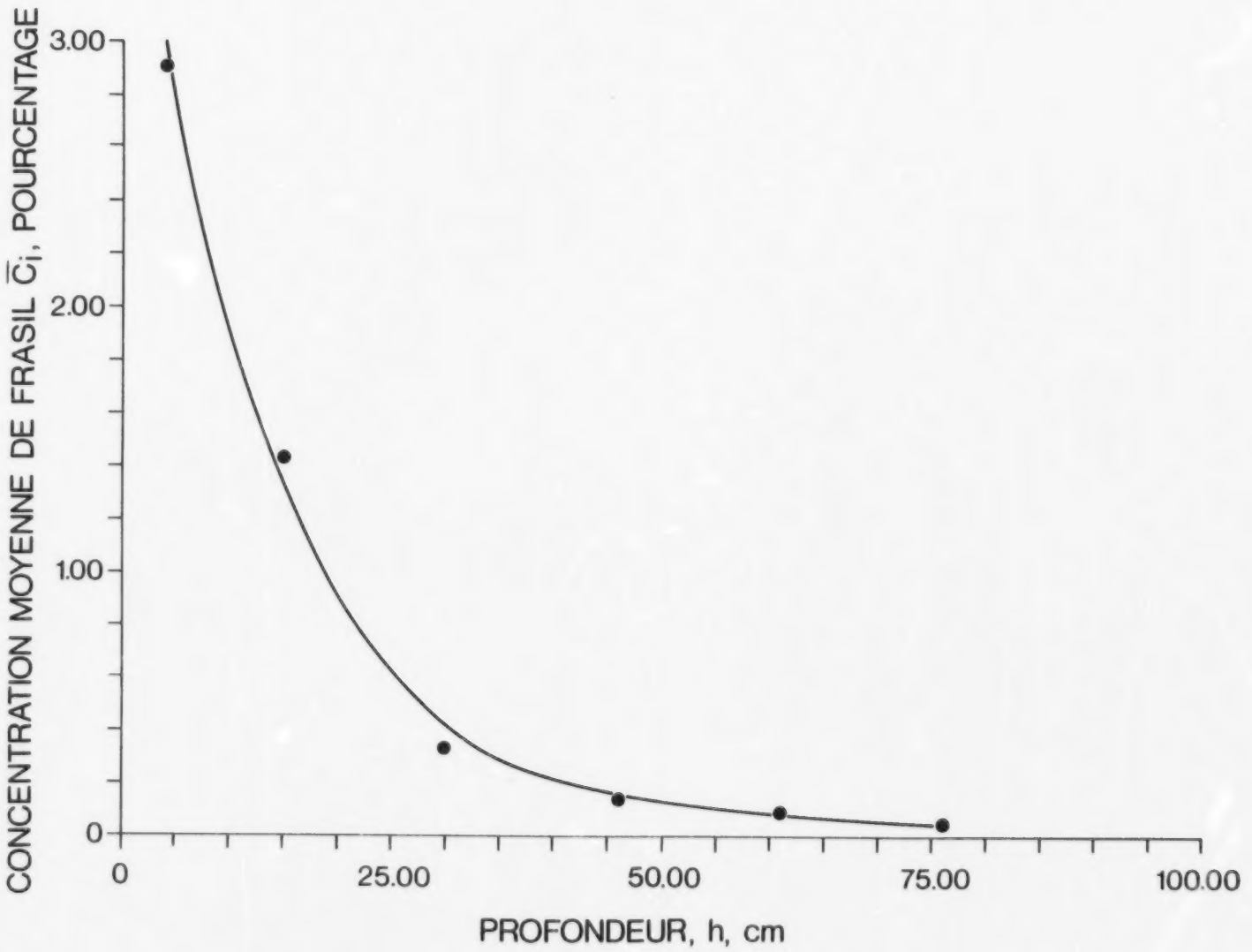


Figure 6 Répartition du frasil en fonction de la profondeur

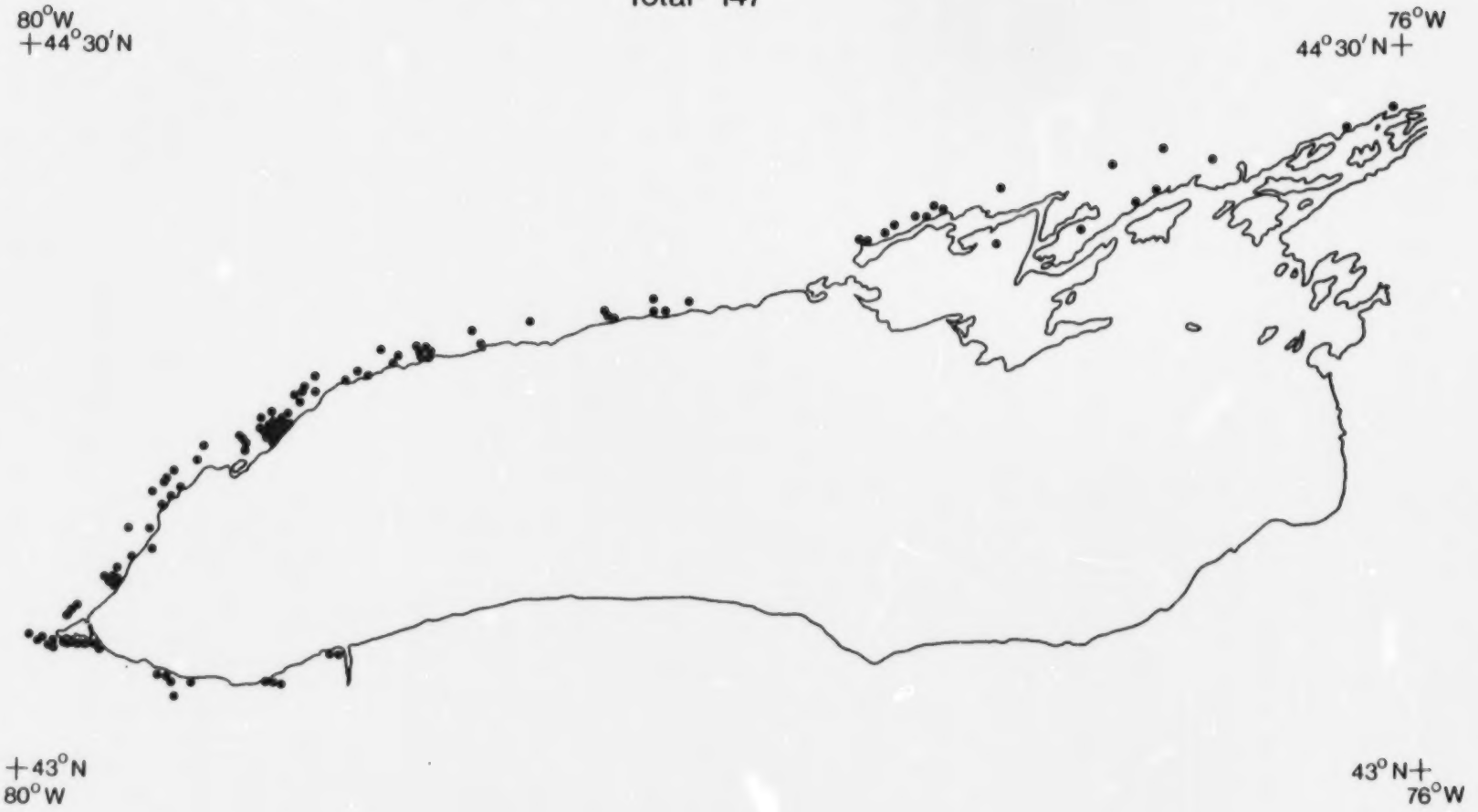


Figure 7 Le lac Ontario présente le plus grand nombre d'emplacements d'élimination de déchets à moins de 5 km de la ligne de rivage.

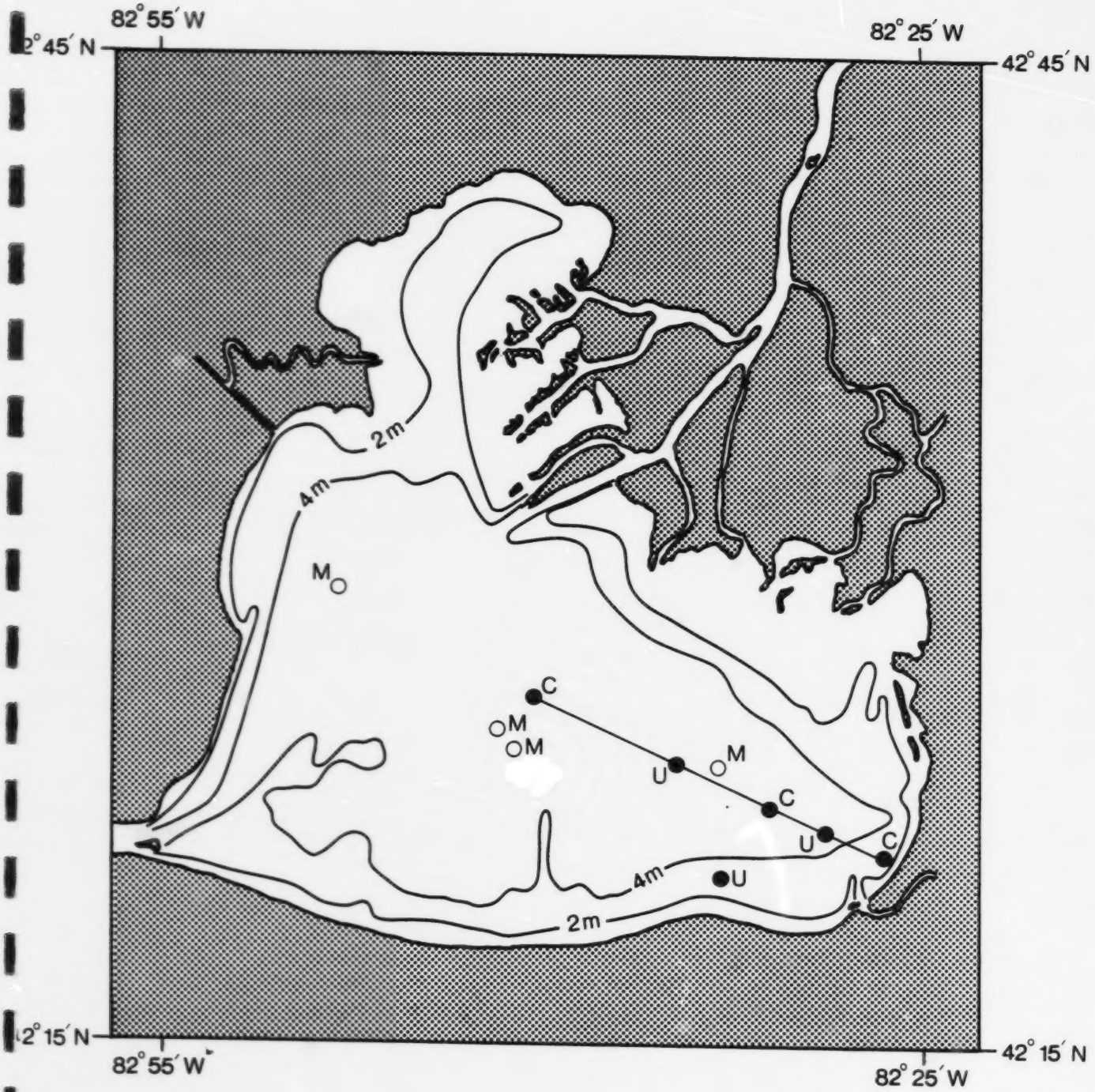


Figure 8 Carte du lac Sainte-Claire avec courbes bathymétriques et indiquant les emplacements des six (U = É.-U., C = Canada) tours de mesure des vagues et des quatre bouées météorologiques (M). Le réseau des tours de mesure a été conçu pour étudier la croissance des vagues soulevées par le vent et la dissipation des vagues causée par le fond en eau peu profonde.

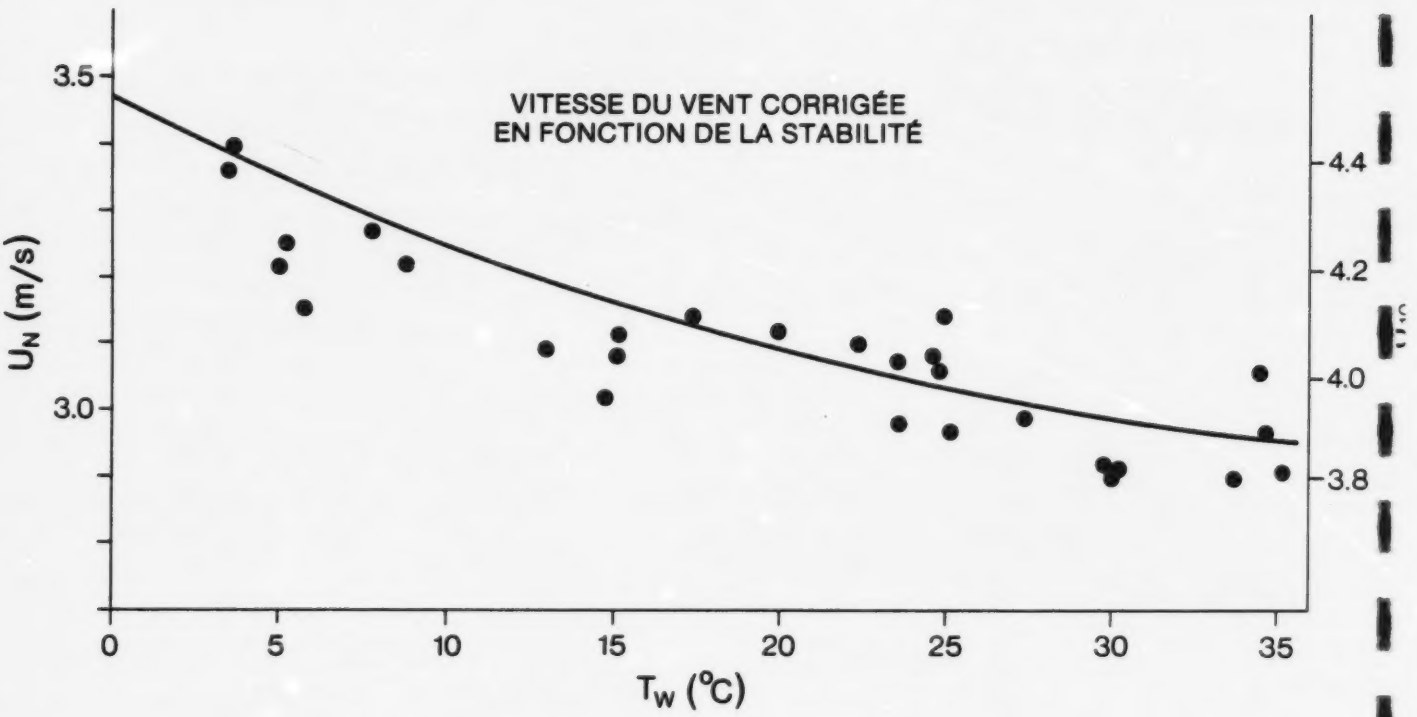


Figure 9 Vitesse "critique" du vent à laquelle la surface de l'eau devient perceptiblement ondulée pour un fetch de 4,5 m en fonction de la température de l'eau. La vitesse indiquée est la vitesse du vent corrigée en fonction de la stabilité (équivalent neutre). La diminution de la vitesse du vent en fonction de l'élévation de la température de l'eau est attribuable à la réduction de la viscosité de l'eau et par conséquent à un amortissement moindre des vaguelettes initiales qui se forment ainsi à une vitesse du vent moindre selon que la viscosité de l'eau est plus faible ou que sa température est plus élevée.

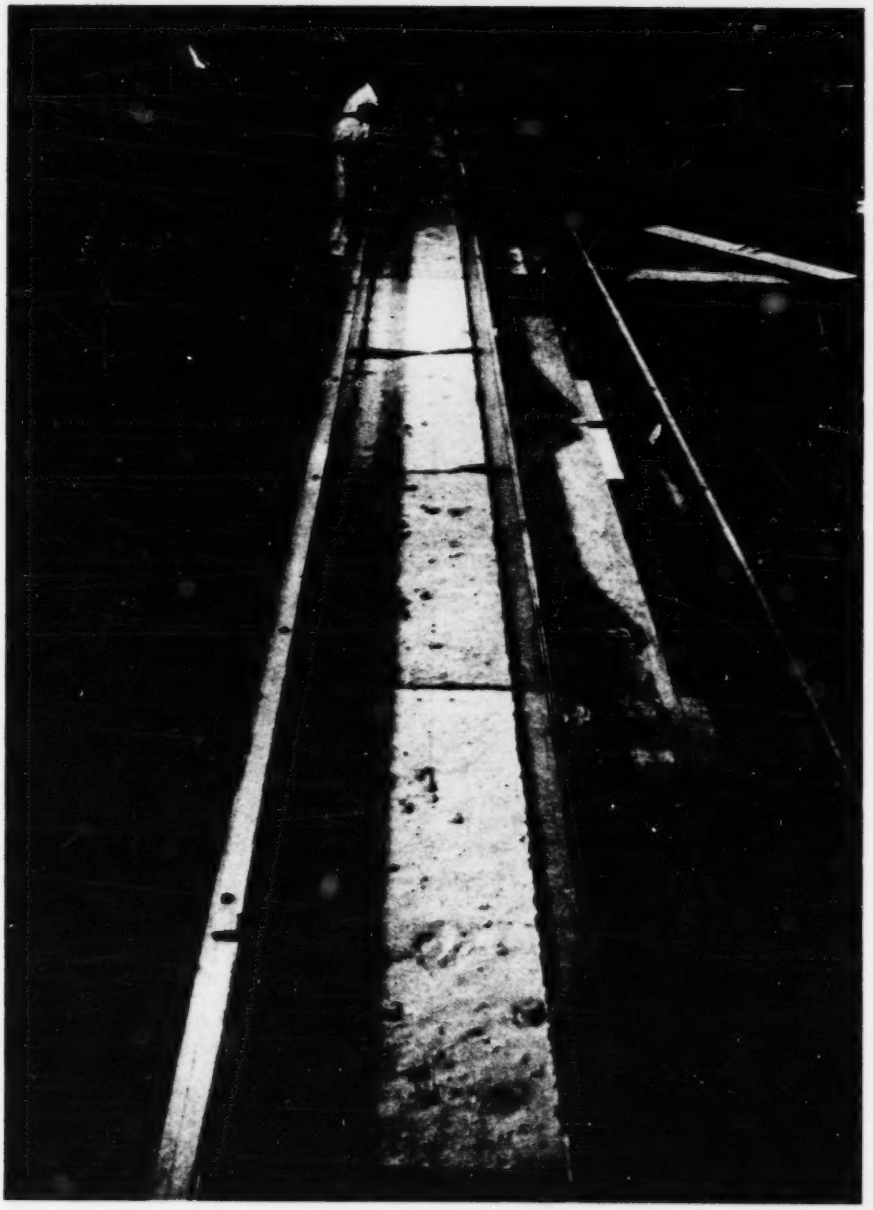


Figure 10 Mise à l'épreuve de moulages de plâtre simulant le fond naturel en till dans le canal de remise en circulation de 0,6 m.

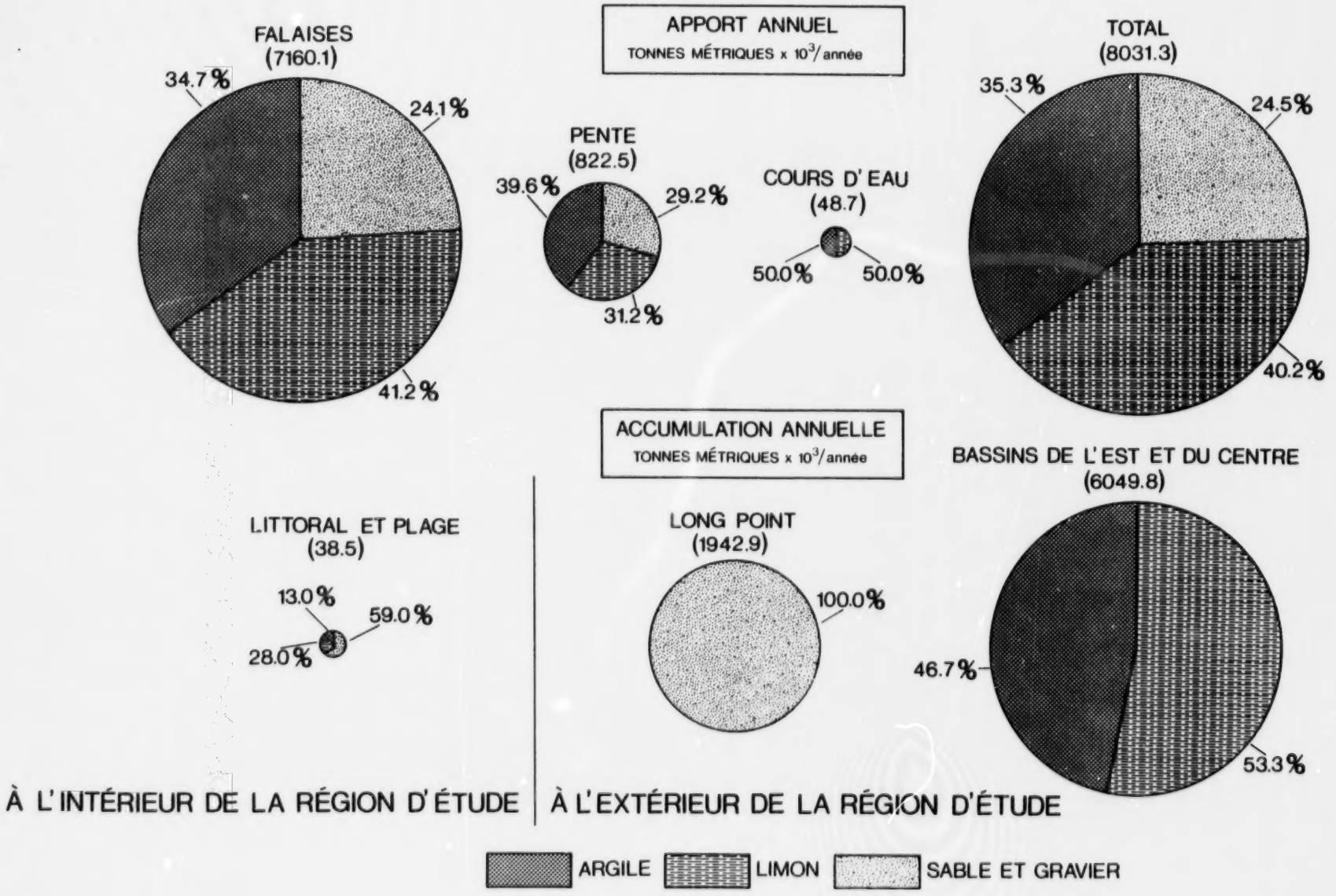


Figure 11 Bilan sédimentaire littoral, rive nord-centrale du lac Érié.

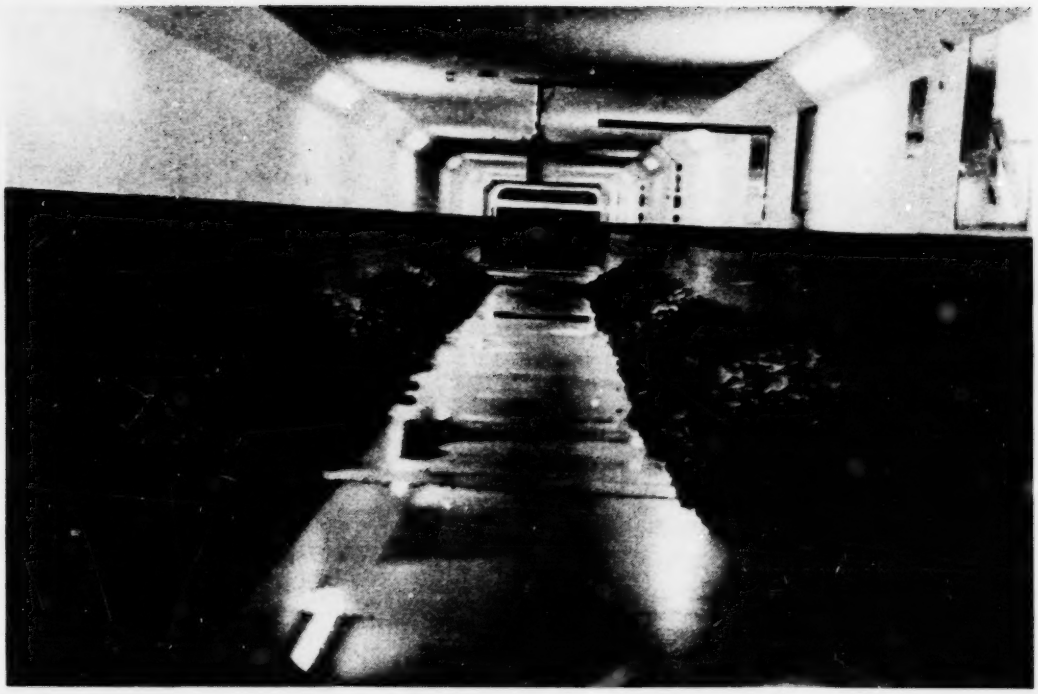


Figure 12 Parois d'un canal d'essai revêtues d'enrochements pour des essais d'atténuation des vagues.

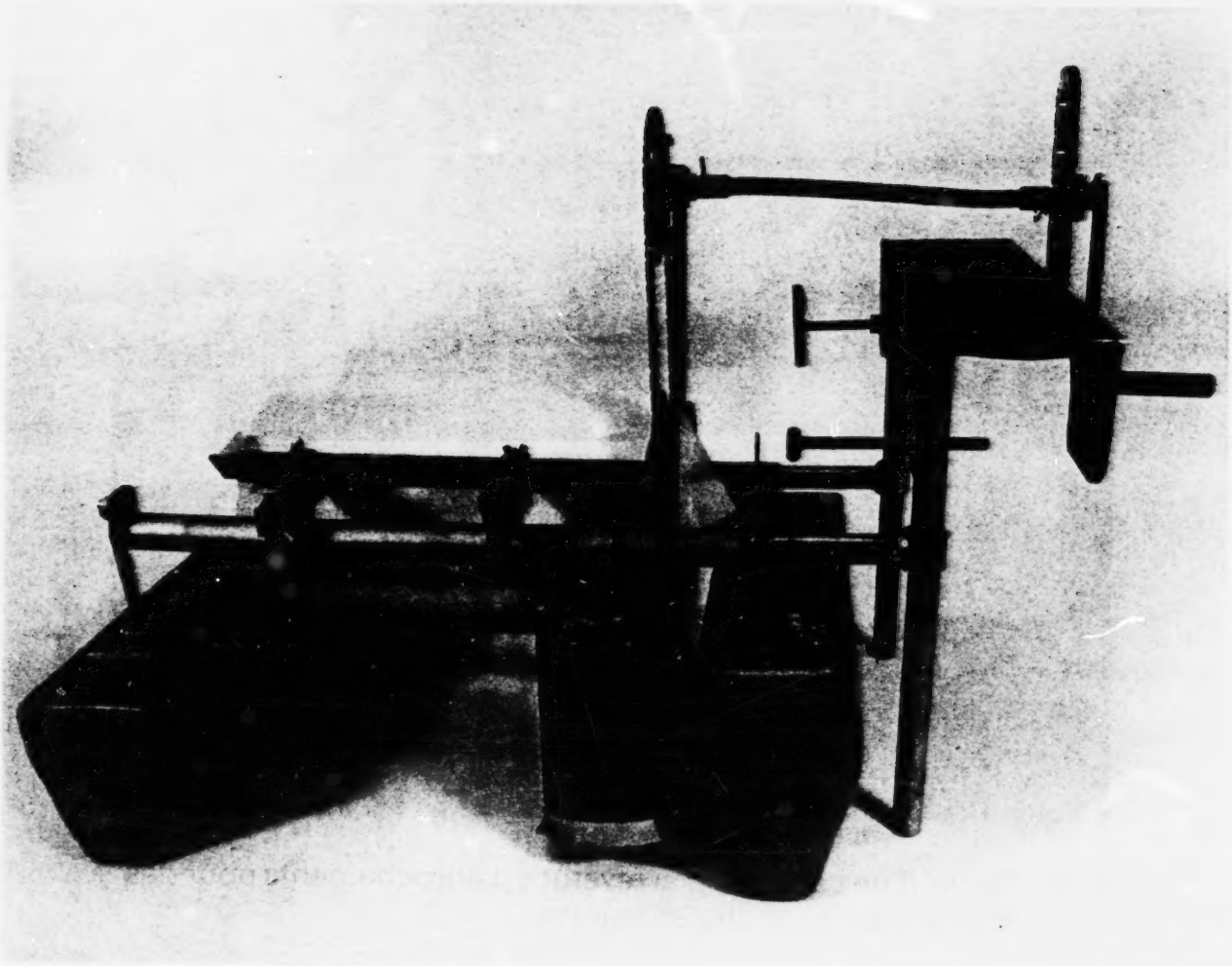
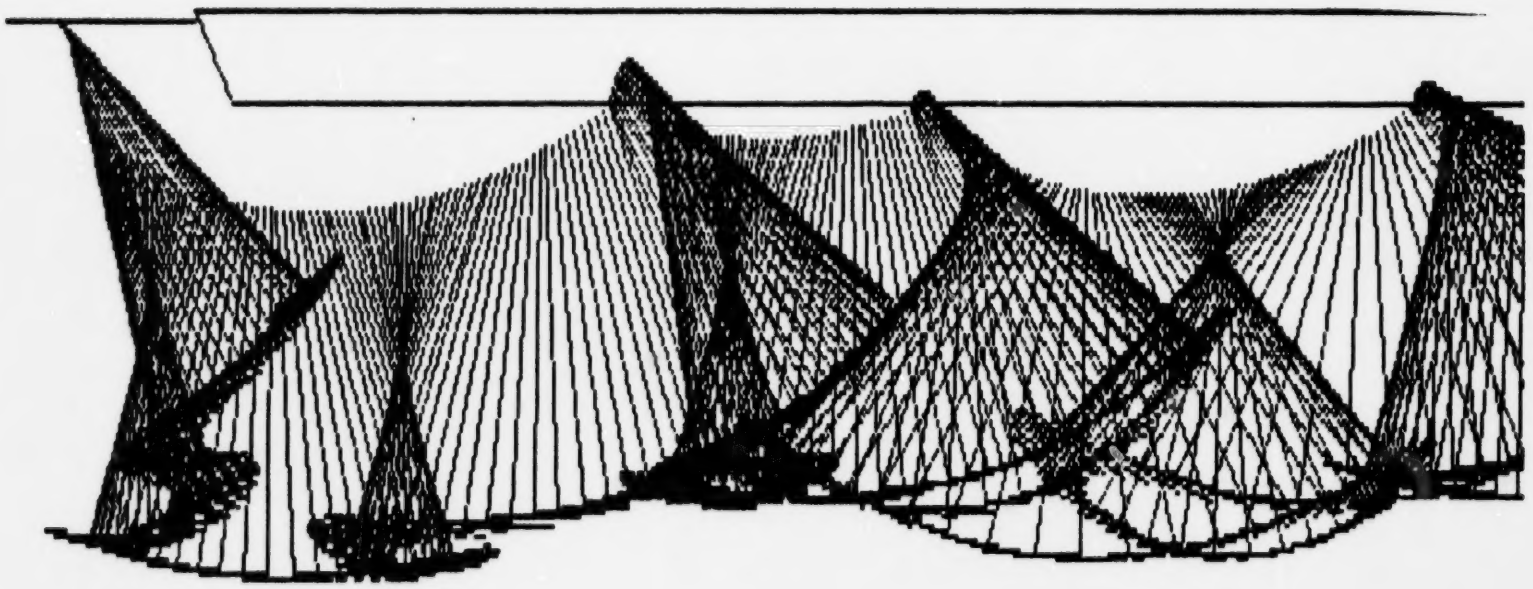


Figure 13 Mini-échantillonneur de surface.



```
1000 REM M1=2.5 M2=1.60 Z=2 R1=.1 R2=.3 R3=0.05 V=.5 V10=.5 G0=.75 R-D .088kg
```

Figure 14 Modélisation de trajectoire du profileur.

PUBLICATIONS

Baird, S.D. Basic Ocean Sensor Physics. Présenté à l'atelier de formation du ROPME sur l'océanographie physique de la région du golfe Persique, université du Qatar, Doha, Qatar, mai 1985.

Baird, S.D. Project Management Techniques. Présenté à l'atelier de formation du ROPME sur l'océanographie physique de la région du golfe Persique, université du Qatar, Doha, Qatar, mai 1985.

Baird, S.D. Oceanographic Data Presentation Techniques. Présenté à l'atelier de formation du ROPME sur l'océanographie physique de la région du golfe Persique, université du Qatar, Doha, Qatar, mai 1985.

Beltaos, S. Ice Freeze-Up and Breakup in the Lower Thames River : 1981-81 Observations. Collection INRE 85-05, janvier 1985.

Beltaos, S. Research on River Ice Jams and Floods : Relevance of Hydrometric Measurements and Need for Additional Data. Versé au compte rendu du Groupe de travail sur les méthodes et instruments de mesure des débits en hiver, Peace River (Alberta), 29 au 31 janvier 1985.

Beltaos, S. Ice Freeze-Up and Breakup in the Lower Thames River, 1982-83 Observations. Collection INRE 85-10, juin 1985.

Beltaos, S. Discussion : Comparison of Field Data with Theories on Ice Progressing in Large Rivers. Revue canadienne de génie civil, 1985, vol 12 (4), pp. 936-938, 1985.

Beltaos, S. Initial Fracture Patterns of River Ice Cover. Collection INRE 85-139, novembre 1985.

Beltaos, S. Monograph of River Ice Jams. Chapter 3 : Ice Jam Processes. Groupe de travail du CNRC sur les embâcles, février 1986.

Beltaos, S. et J. Wong. Preliminary Studies of Grounded Ice Jams. Présenté au Symposium sur les glaces de l'AIRH à Iowa City, Iowa, 18 au 22 août 1986.

Beltaos S. et J. Wong. Downstream Transition of River Ice Jams. J. of Hyd. Eng., ASCE, 1986, vol. 112, n° 2, pp. 91-110.

Bishop, C.T. et M.A. Donelan. Waves and Wave Forecasting. Présenté au Handbook of Civil Engineering, ASCE.

Bishop, C.T., C.T. Judge et **M.G. Skafel.** Modelling Wave Overtopping of a Caisson Island. Compte rendu de la Conférence canadienne sur les littoraux, 1985, Conseil national de recherches, Ottawa (Ont.).

Bishop, C.T. Wave Attenuation by Rubble-Lined Channel Walls. Préparé pour la Direction générale des ports pour petits bateaux, Pêches et Océans, collection INRE 86-101, mars 1986.

Bishop, C.T. et M.A. Donelan. Shore Protection Manual's Wave Prediction Reviewed. À présenter au Journal of Waterway, Port, Coastal and Ocean Engineering de l'ASCE, avril 1986.

Bishop, C.T. Scale Effects in Modelling Wave Attenuation by Rubble-Lined Channel Walls. À paraître dans le compte rendu du symposium de l'AIRH sur les effets de la reproduction à l'échelle dans la modélisation des phénomènes de transport des sédiments, Toronto (Ont.) 25 au 28 août 1986.

Bishop, C.T. Field Assessment of a Floating Tire Breakwater. Compte rendu de l'atelier sur les brise-lames flottants en pneus, U.S. Army Corps of Engineers, Waterways Experiment Station, Vicksburg, MS, pp. 64-108, 1986.

Coakley, J.P. Contamination Hazard from Waste Disposal Sites near Receding Great Lakes Shorelines. Mars 1986. (En préparation).

Coakley, J.P., N.A. Rukavina et A.J. Zeman. Wave-Induced Subaqueous Erosion of Cohesive Tills : Preliminary Results. À paraître dans le compte rendu du symposium sur les littoraux cohésifs, CARESL, CNRC, Burlington (Ont.), 5 au 7 mai 1986.

Desrosiers, R.J. Flow Cytometry. Collection INRE 85-17 (ES-566), mai 1985.

Desrosiers, R.J. Cytometer Bibliography. Collection INRE 85-18 (ES-567), juin 1985.

Dick, T.M. Rivers, Research and Sediment. Présenté lors d'un séminaire sur les perspectives nationales concernant les sédiments. Collection INRE 85-07, mars 1985.

Dick, T.M. et J. Marsalek. Manhole Head Losses in Drainage Hydraulics. Présenté au 21ième Congrès de l'Association internationale de recherches hydrauliques, Melbourne, Australie, août 1985. Collection INRE 85-08.

Dolanjski, J. Handbook Notes for Computer Control AC Outlets. Rapport n° ES-1135, mai 1985.

Dolanjski, J. Handbook Notes for Sectional Sampler. Rapport n° ES-1137, janvier 1986.

Kahma, K.K. et **M.A. Donelan.** A Laboratory Study of the Minimum Wind Speed for Wind Wave Generation. Collection INRE 85-16. Présenté au Journal of Fluid Mechanics, 1986.

Pierson, W.J., Jr., W.B. Sylvester et **M.A. Donelan.** Aspects of the Determination of Winds by Means of Scatterometry and of the Utilization of Vector Wind Data for Meteorological Forecasts. Journal of Geophysical Research, vol. 91, n° C2, pp. 2263-2272, février 1986.

Engel, P. et B.G. Krishnappan. Discussion : Bed Shear from Velocity Profiles : A New Approach. Accepté par le Journal of Hydraulic Engineering, ASCE, mars 1985.

Engel, P. Calibration of Current Meters for Turbine Efficiency Tests. INRE, rapport inédit, juillet 1985.

Engel, P. Discussion : New Approach to Calibrating Bedload Samplers. Accepté par l'ASCE, septembre 1985.

Engel, P., K. Wiebe, R. Terzi et C. **DeZeeuw.** Improvements to the Low Speed Response of the Plastic Rotor for the Price Current Meter - Phase I. Rapport conjoint de la Division des relevés hydrologiques du Canada et de la Division de l'hydraulique, INRE, DGEI. Collection INRE 85-140, novembre 1985.

Engel, P. et F.E. Roy. The Effect of Change in Streambed Elevation on the Performance of Electro-Magnetic Total Flow Meters. INRE, rapport inédit, mars 1986 (diffusion restreinte).

Engel, P. On the Hydraulic Efficiency of the WSC Basket Bedload Sampler. Collection INRE 86-105, mars 1986 (en préparation).

Engel, P. Stage-Discharge Relationship for AECL Coumpound Weir. Rapport préparé pour Énergie atomique du Canada, avril 1986 (en préparation).

Ford, J.S. Prototypes d'appareils pour les études et mesures en milieu aquatique, 1984. Collection des rapports techniques DGEI Etude n° 143, (ES-568).

Prototype Designs for Surveys and Measurement in an Aquatic Environment 1984, IWD Technical Bulletin N° 143, (ES-568).

Krishnappan, B.G. et Y.L. Lau. RIVMIX MK2 Users Manual. INRE, rapport inédit, février 1985.

Krishnappan, B.G. Comparison of MOBED and HEC-6 River Flow Models. Revue canadienne de génie civil, vol. 12, n° 3, pp. 464-471, avril 1985.

Krishnappan, B.G. Prediction of Sediment Sorting using MOBED : Users' Manual Update II. Collection INRE 85-22, octobre 1985. (En préparation).

Krishnappan, B.G. Evaluation of River Models by CSCE Task Committee on River Models. Chapter I : Description of Models. Février 1986. (En préparation).

Krishnappan, B.G. Application of MOBED to Qu'Appelle River Between Craven and Pasqua Lake. Collection INRE 85-20, septembre 1985, révisé mars 1986.

Krishnappan, B.G. et Y.L. Lau. Turbulence Modelling of Flood Plain Flows. Journal of Hydraulic Engng., ASCE, vol. 112, n° 4, pp. 252-266, avril 1986.

Krishnappan, B.G. et P. Engel. Effect of Relative Depth in Physical Models of Sediment Transport in Unidirectional Flows. À paraître dans le compte rendu du symposium de l'AIRH sur les effets de la reproduction à l'échelle dans la modélisation des phénomènes de transport de sédiments, Toronto (Ont.) 25 au 28 août 1986.

Lau, Y.L., B.G. Krishnappan et P. Engel. Effects of Diversions on River Regime. Collection INRE 85-02, novembre 1984.

Lau, Y.L. Mixing Coefficients for Ice-Covered and Free Surface Flows. Revue canadienne de génie civil, vol. 12, n° 3, pp. 521-526, mai 1985.

Lau, Y.L. Discussion : On the Determination of Ripple Geometry. Présenté au Journal of Hydraulic Engineering, ASCE, novembre 1985.

Lau, Y.L., J. Marsalek et B.G. Krishnappan. Investigation of the Behaviour of Perchloroethylene and Source of Trace Organics in the St. Clair River. Collection INRE 86-100, janvier 1986.

Lau, Y.L. et J. Marsalek. Movement of Perchloroethylene in Flowing Water. Présenté au Canadian Journal of Water Pollution Research, mars 1986.

Lau, Y.L. Modelling of Point Source Discharge in the St. Clair River. Présenté pour publication au Canadian Journal of Water Pollution Research, avril 1986.

Lau, Y.L. Roughness of Reverse Flow over Dunes and its Application to the Modelling of the Pitt River. Collection INRE 86-109, mai 1986. (En préparation).

Chan, C.H., Y.L. Lau et B.G. Oliver. Measured and Modelled Chlorinated Contaminant Distributions in St. Clair River Water. Étude présentée au Canadian Journal of Water Pollution Research, 1986.

Marsalek, J., U. Panu et H.Y.F. Ng. Investigations of Urban Runoff in St. John's Nfld. Rapport conjoint de la Water Resources Division, DOE, Government of Newfoundland and Labrador et de la Division de l'hydraulique, INRE, mars 1985. (En préparation).

Marsalek, J. et H.O. Schroeter. Annual Loadings of Toxic Contaminants in Urban Runoff, mars 1985. (En préparation).

Marsalek, J. Head Losses at Selected Sewer Manholes. Étude conjointe de l'APWA Research Foundation et de la Division de l'hydraulique, INRE. APWA rapport spécial n° 52. Collection INRE 85-15, juillet 1985.

Marsalek, J. Toxic Contaminants in Urban Runoff : A Case Study. Pour publication dans le compte rendu de l'atelier de l'OTAN sur le ruissellement urbain, août 1985.

Marsalek, J. Head Losses at Sewer Junctions. Contribution au Civil Engineering Handbook, publié par Technomic Publishing, É.-U., février 1986.

Marsalek, J., R. Rosmiller, B. Urbanas et R. Rosmiller. Design Storms for Urban Drainage. UWRRC Design Storm Task Committee. Étude présentée à la conférence Water Forum 86 de l'ASCE, mars 1986.

Marsalek, J. Municipal Sources of Selected Trace Organics in Sarnia. Présenté au Canadian Journal of Water Pollution Research, avril 1986.

Marsalek, J. Designing Better Sewer Junction Manholes. Demandé par l'éditeur en chef du Civil Engineering Magazine de l'ASCE, mai 1986.

Marsalek, J. Report on NATO Workshop on Urban Runoff Quality. Présenté à la Conférence sur la qualité du ruissellement urbain de l'Engineering Foundation, Hannibar, N.H., juin 1986.

Torno, H.C., J. **Marsalek** et M. Desbordes, (Editors). Urban Runoff Pollution. Compte rendus de l'atelier de recherches poussées de l'OTAN, Montpellier, France, publié par Springer Verlag, Munich, 1986 (sous presse).

Ng, H.Y.F. Direct Contribution of Rainwater to Loading of Urban Storm Runoff. Collection INRE 85-11, mai 1985.

Ng, H.Y.F. et J. Marsalek. Newtown Urban Test Catchment : Rainfall and Runoff Data (1981-84). Collection INRE 85-132, juillet 1985.

Roy, F.E. et H.A. Savile. Handbook Notes for Under Ice Drifter Buoy. Rapport n° ES-1134, février 1985.

Roy, F.E. Computer Aided Engineering/Computer Aided Design. Collection INRE 85-06 (ES-565), mai 1985.

Roy, F.E. et J.S. Ford. Laboratory Demonstration of an Electromagnetic Method for River Velocity Measurement. Collection INRE 86-103 (ES-570), décembre 1985.

Rukavina, N.A. Manual on the Field Use of a Portable Computer Terminal. INRE, rapport inédit, juin 1985.

Rukavina, N.A. Operations Guide - Lac St-Louis Bottom Sediment Survey. Bulletin technique 85-05, Division de l'hydraulique, INRE, juin 1985.

Rukavina, N.A. Preliminary Results - Thickness Measurements of Lake St. Clair Surface Sediments by Echo-Sounding. Bulletin technique 85-08, Division de l'hydraulique, INRE, octobre 1985.

Rukavina, N.A. et A.J. Zeman. Erosion and Sedimentation along a Cohesive Shoreline - the North Shore of Lake Erie. Présenté au Journal of Great Lakes Research, Collection INRE 85-134, octobre 1985.

Rukavina, N.A. Operations Guide - St. Clair River Sounding Survey. Bulletin technique 85-09, Division de l'hydraulique, INRE, novembre 1985.

Rukavina, N.A. Lac St. Louis Bottom Types - CHS Labels. Bulletin technique 86-01, Division de l'hydraulique, INRE, janvier 1986.

Rukavina, N.A. et J.P. Coakley. Geology and Morphology of the Upper St. Clair River. Contribution au rapport de l'INRE/OME sur l'étude de la pollution de la rivière Sainte-Claire, 1986.

Rukavina, N.A. Bottom Sediments and Morphology of the Upper St. Clair River. Présenté au Canadian Journal of Water Pollution Research, avril 1986.

Salisbury, K. Particle Size Data Reports. Bulletins techniques 85-03A à 85-03K de la Division de l'hydraulique, janvier à novembre 1985.

Savile, H.A. Gravel Peepers Handbook. Rapport n° ES-1138, mars 1986.

Savile, H.A. Gravel Sedimentation Sampler. Rapport n° ES-1139, mars 1986.

Pinchin, B.M., C.A. Fleming, **M.G. Skafel** et D. Aubrey. Comparison of Measured with Computed Offshore to Onshore Transformations of Directional Wave Spectra at Pointe-Sapin, New Brunswick. Étude canadienne des sédiments littoraux. Présenté à la Conférence canadienne sur les littoraux, CNRC, 1985.

Skafel, M.G. Offshore Wind and Wave Data, 1984, Stanhope Beach, P.E.I. CCIW Wave Direction Buoy. Présenté à l'Étude canadienne des sédiments littoraux. Collection INRE 85-03, janvier 1985.

Skafel, M.G. Wave Forces on Submarine Pipelines - A Review. Report funded in part by Panel on Energy Research and Development (PERD), Marine Engng. Comm., Project No 6.2.3.07. Collection INRE 85-135, novembre 1985.

Skafel, M.G. Shoreline Evolution Models Annotated Bibliography. Collection INRE 85-137, décembre 1985.

Skafel, M.G., C.T. Judge et **C.T. Bishop.** Wave Field Around Caisson Retained Artificial Islands. Compte rendu de la Conférence canadienne sur les littoraux, Conseil national de recherches, Ottawa, Ont., 1985.

Tsang, G. et T.O'D. Hanley. Frazil Formation in Water of Different Salinities and Supercoolings. J. of Glaciology, vol. 1, n° 108, pp. 74-85, 1985.

Tsang, G. Lachine Rapids Ice Study - Measurement and Analysis. Rapport préliminaire préparé pour l'Hydro-Québec, mars 1985.

Valdmanis, J. A Feasibility Proposal for Measuring the Efficiency of the Annapolis Power Station. Bulletin technique E85-01, janvier 1985.

Wong, J. et S. Beltaos. Preliminary Study of Grounded Ice Accumulation. Collection INRE 85-09, février 1985.

Wong, J., S. Beltaos et B.G. Krishnappan. Laboratory Tests on Surges Created by Ice Jam Releases". CJCE, vol. 12, n° 4, pp. 930-933, juillet 1985.

Wong, J., S. Beltaos et B.G. Krishnappan. Seepage Flow Through Simulated Grounded Ice Jam. CJCE, vol. 12, n° 4, pp. 926-929, août 1985.